

# Modulhandbuch Chemie Master 2015 (Master of Science (M.Sc.))

SPO 2015

Wintersemester 2021/22

Stand 01.02.2022

KIT-FAKULTÄT FÜR CHEMIE UND BIEWISSENSCHAFTEN



## Inhaltsverzeichnis

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. Aufbau des Studiengangs</b> .....  | <b>10</b> |
| 1.1. Masterarbeit .....  | 10        |
| 1.2. Vertiefungsfach .....   | 10        |
| 1.3. Studienvarianten .....  | 11        |
| 1.3.1. Studienvariante A (anorganisch/organisch) .....   | 11        |
| 1.3.2. Studienvariante B (physikalisch/mathematisch) .....   | 11        |
| 1.3.3. Studienvariante C (technisch/anwendungsorientiert) .....  | 11        |
| 1.4. Überfachliche Qualifikationen .....   | 11        |
| 1.5. Zusatzleistungen .....  | 11        |
| <b>2. Module</b> .....   | <b>12</b> |
| 2.1. Angewandte Chemie für Master-Studierende der Studienvarianten A und C [A12-AWC] - M-CHEMBIO-101789 .....  | 12        |
| 2.2. Anorganische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante A und C [AC13-AC] - M-CHEMBIO-101766 .....   | 18        |
| 2.3. Anorganische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante B [B13-AC] - M-CHEMBIO-101805 .....  | 23        |
| 2.4. Biochemie für Master-Studierende der Studienvariante A [A12-BC] - M-CHEMBIO-101792 .....  | 27        |
| 2.5. Modul Masterarbeit [M16] - M-CHEMBIO-101817 .....   | 31        |
| 2.6. Organische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante A und C [AC13-OC] - M-CHEMBIO-101787 .....   | 32        |
| 2.7. Organische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante B [B13-OC] - M-CHEMBIO-101806 .....  | 36        |
| 2.8. Physikalische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante A und C [AC13-PC] - M-CHEMBIO-101788 .....  | 39        |
| 2.9. Physikalische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante B [B12-PC] - M-CHEMBIO-101798 .....   | 46        |
| 2.10. Radiochemie für Master-Studierende der Studienvariante A [A12-RC] - M-CHEMBIO-101793 .....   | 53        |
| 2.11. Schlüsselqualifikationen [M15] - M-CHEMBIO-101818 .....  | 57        |
| 2.12. Theoretische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante A [A12-TC] - M-CHEMBIO-101791 .....   | 59        |
| 2.13. Vertiefungsmodul Angewandte Chemie [M14-AWC] - M-CHEMBIO-101812 .....  | 62        |
| 2.14. Vertiefungsmodul Anorganische Chemie [M14-AC] - M-CHEMBIO-101809 .....   | 67        |
| 2.15. Vertiefungsmodul Biochemie [M14-BC] - M-CHEMBIO-101813 .....   | 73        |
| 2.16. Vertiefungsmodul Organische Chemie [M14-OC] - M-CHEMBIO-101810 .....   | 76        |
| 2.17. Vertiefungsmodul Physikalische Chemie [M14-PC] - M-CHEMBIO-101811 .....  | 81        |
| 2.18. Vertiefungsmodul Radiochemie [M14-RC] - M-CHEMBIO-101815 .....   | 85        |
| 2.19. Vertiefungsmodul Theoretische Chemie [M14-TC] - M-CHEMBIO-101814 .....   | 89        |
| 2.20. Weitere Leistungen - M-CHEMBIO-102008 .....  | 92        |
| <b>3. Teilleistungen</b> .....   | <b>93</b> |
| 3.1. 2 Wahlpflichtvorlesungen Physikalische Chemie (zusammen 9 LP), Fortgeschrittenenpraktikum Physikalische Chemie - Studienvariante A und C (17 LP), Schlüsselqualifikationen (3 LP) - T-CHEMBIO-103450 .....                              | 93        |
| 3.2. 2 Wahlpflichtvorlesungen Theoretische Chemie (zusammen 9 LP), Fortgeschrittenenpraktikum Theoretische Chemie - Studienvariante A (17 LP), Schlüsselqualifikationen (3 LP) - T-CHEMBIO-103454 .....                                      | 94        |
| 3.3. Festkörperchemie (3 LP), Metallorganische Chemie (3 LP), Chemie der Übergangsmetalle (3 LP), Fortgeschrittenenpraktikum Anorganische Chemie - Studienvariante A und C (17 LP), Schlüsselqualifikationen (3 LP) - T-CHEMBIO-103441 ..... | 95        |
| 3.4. Festkörperchemie (3 LP), Metallorganische Chemie (3 LP), Fortgeschrittenenpraktikum Anorganische Chemie - Studienvariante B (12 LP), Schlüsselqualifikationen (3 LP) - T-CHEMBIO-103472 .....   | 96        |
| 3.5. Masterarbeit - T-CHEMBIO-103491 .....   | 97        |
| 3.6. Organische Chemie III (4 LP), Organische Chemie IV (4 LP), Spektroskopiekurs (4 LP), Fortgeschrittenenpraktikum Organische Chemie - Studienvariante A und C (14 LP), Schlüsselqualifikationen (3 LP) - T-CHEMBIO-103444 .....           | 98        |
| 3.7. Organische Chemie III (4 LP), Spektroskopiekurs (4 LP), Fortgeschrittenenpraktikum Organische Chemie - Studienvariante B (10 LP), Schlüsselqualifikationen (3 LP) - T-CHEMBIO-103473 .....  | 99        |
| 3.8. Platzhalter Schlüsselqualifikationen 1 - T-CHEMBIO-103834 .....   | 100       |
| 3.9. Platzhalter Schlüsselqualifikationen 2 - T-CHEMBIO-106971 .....   | 101       |
| 3.10. Platzhalter Schlüsselqualifikationen 3 - T-CHEMBIO-110978 .....  | 102       |
| 3.11. Platzhalter Schlüsselqualifikationen 4 - T-CHEMBIO-110979 .....  | 103       |
| 3.12. Radiochemie I (3 LP), Radiochemie II (3 LP), Instrumental Analytics (3 LP), Praktikum Radiochemie (17 LP), Schlüsselqualifikationen (3 LP) - T-CHEMBIO-111204 .....  | 104       |
| 3.13. Rechtskunde für Chemiker und Lebensmittelchemiker - T-CHEMBIO-103499 .....   | 105       |
| 3.14. Toxikologie für Chemiker und Lebensmittelchemiker - T-CHEMBIO-103646 .....   | 106       |
| 3.15. Vertiefungsvorlesungen Angewandte Chemie (8 LP), Arbeitsgruppenseminar (2 LP), Vertiefungspraktikum Angewandte Chemie (16 LP), Schlüsselqualifikationen (2 LP) - T-CHEMBIO-103495 .....  | 107       |
| 3.16. Vertiefungsvorlesungen Anorganische Chemie (8 LP), Arbeitsgruppenseminar (2 LP), Vertiefungspraktikum Anorganische Chemie (16 LP), Schlüsselqualifikationen (2 LP) - T-CHEMBIO-103492 .....  | 108       |
| 3.17. Vertiefungsvorlesungen Biochemie (8 LP), Arbeitsgruppenseminar (2 LP), Vertiefungspraktikum Biochemie (16 LP), Schlüsselqualifikationen (2 LP) - T-CHEMBIO-103496 .....  | 109       |
| 3.18. Vertiefungsvorlesungen Organische Chemie (8 LP), Arbeitsgruppenseminar (2 LP), Vertiefungspraktikum Organische Chemie (16 LP), Schlüsselqualifikationen (2 LP) - T-CHEMBIO-103493 .....  | 110       |

|   |     |
|---|-----|
| 3.19. Vertiefungsvorlesungen Physikalische Chemie (8 LP), Arbeitsgruppenseminar (2 LP), Vertiefungspraktikum Physikalische Chemie (16 LP), Schlüsselqualifikationen (2 LP) - T-CHEMBIO-103494   | 111 |
| 3.20. Vertiefungsvorlesungen Radiochemie (8 LP), Arbeitsgruppenseminar (2 LP), Vertiefungspraktikum Radiochemie (16 LP), Schlüsselqualifikationen (2 LP) - T-CHEMBIO-103498   | 112 |
| 3.21. Vertiefungsvorlesungen Theoretische Chemie (8 LP), Arbeitsgruppenseminar (2 LP), Vertiefungspraktikum Theoretische Chemie (16 LP), Schlüsselqualifikationen (2 LP) - T-CHEMBIO-103497   | 113 |
| 3.22. Vorlesung Biochemie der Proteine und Lipide (3 LP), Biochemie der Kohlenhydrate und Nukleinsäuren (3 LP), Praktikum Biochemie (20 LP), Schlüsselqualifikationen (3 LP) - T-CHEMBIO-103455   | 114 |
| 3.23. Wahlpflichtvorlesungen (Schwerpunkt Chemische Technik (14 LP) oder Schwerpunkt Polymerchemie (11 LP)); Praktikum (Chemische Technik (12 LP) oder Polymerchemie (15 LP)); Schlüsselqualifikationen (3 LP) - T-CHEMBIO-103451                                       | 115 |
| 3.24. Wahlpflichtvorlesungen (Schwerpunkt Physik (17 LP) oder Schwerpunkt Theoretische Chemie (12 LP)); Praktikum (Schwerpunkt Physik (11 LP) oder Schwerpunkt Theoretische Chemie (16 LP)); Programmierkurs (6 LP); Schlüsselqualifikationen (3 LP) - T-CHEMBIO-103471 | 116 |

## Qualifikationsziele des Studiengangs

Die Absolventinnen und Absolventen des Masterstudienganges Chemie

- haben aufbauend auf den Ausbildungszielen des Bachelorstudiums ergänzende und erweiterte Kenntnisse erworben. Sie verfügen damit über ein vertieftes chemisches Fachwissen und eine größere Sicherheit in dessen theoretischer und praktischer Anwendung, so dass sie auch komplexe Probleme und Aufgabenstellungen in der Chemie wissenschaftlich beschreiben, analysieren, bewerten und erfolgreich lösen können.
- haben vertiefte Kenntnisse moderner theoretischer und experimenteller chemischer Methoden und verfügen über die Fertigkeit, experimentelle Untersuchungen zu konzipieren, zu planen und eigenständig durchzuführen. Sie sind in der Lage, die erzielten Ergebnisse zu interpretieren und daraus Schlüsse zu ziehen.
- haben tiefgehende Kenntnisse in einem ausgewählten Fachgebiet (einer chemischen Kerndisziplin oder in einem Querschnittfach) erworben.
- verfügen über eine verantwortliche und selbstständige wissenschaftliche Arbeitsweise, die sie befähigt hat, in einem wissenschaftlichen Umfeld eigenständig ein abgeschlossenes Forschungsgebiet zu bearbeiten.
- sind fähig, die erworbenen naturwissenschaftlichen und mathematischen Kenntnisse und Fertigkeiten zur Formulierung und Lösung komplexer Aufgaben in Forschung und Entwicklung in der Industrie, an Universitäten oder anderen Forschungseinrichtungen erfolgreich einzusetzen, sie kritisch zu hinterfragen und bei Bedarf weiter zu entwickeln. Sie sind dazu in der Lage, die zur Problemlösung benötigten Informationen zu identifizieren und zu beschaffen.
- können Konzepte und Lösungen zu grundlagenorientierten Fragestellungen unter breiter Einbeziehung anderer, insbesondere verwandter Disziplinen erarbeiten. Sie können ihre Kenntnisse, ihre Fähigkeiten, aber auch ihre Kreativität und ihr wissenschaftliches Urteilsvermögen einsetzen, um neue Erkenntnisse, Produkte und Prozesse zu konzipieren und zu entwickeln.
- sind in der Lage, Konzepte, Vorgehensweisen und Ergebnisse im Team bearbeiten und zu kommunizieren. Sie sind in der Lage, sich in die Fachsprache, die Fachbegriffe und die Ausdrucksweise verwandter Fachgebiete einzuarbeiten und können mit Spezialisten verschiedener chemischer Fachgebiete und anderer Natur- und Ingenieurwissenschaften kommunizieren und zusammenarbeiten.
- sind mit der nötigen Breite und dem entsprechenden Tiefgang ausgebildet, um sich in zukünftige Technologien und Arbeitsbereiche des eigenen Fachgebiets und in sich entwickelnde Randgebiete rasch einarbeiten zu können.
- haben außerfachliche Qualifikationen erworben und sind damit für die nichtfachbezogenen Anforderungen einer beruflichen Tätigkeit vorbereitet.
- besitzen ein tiefgehendes Verständnis für Anwendungen chemischer Verbindungen und Materialien und Verfahren in verschiedenen Arbeitsfeldern, kennen dabei auftretende Grenzen und Gefahren und können ihr Wissen unter Berücksichtigung sicherheitstechnischer, ökologischer und ökonomischer Erfordernisse verantwortungsbewusst anwenden. Sie können in der Gesellschaft aktiv den Meinungsbildungsprozess in Bezug auf wissenschaftliche Fragestellungen gestalten.
- erwerben die wissenschaftliche Qualifikation für eine Promotion.

## Allgemeine Angaben zu den Studienvarianten

**ACHTUNG:** Für alle Studierenden im Masterstudiengang Chemie, die ihren Bachelorabschluss nicht am KIT oder die ihren Bachelorabschluss nicht im Studiengang Chemie gemacht haben, wird ein Beratungsgespräch beim Studiendekan (oder Prüfungsausschussvorsitzenden) vor Beginn der Fortgeschrittenenmodule dringend empfohlen. Gleiches gilt, wenn Sie die Studienvariante wechseln möchten.

**Bitte beachten Sie auch §19 Abs. 3 der SPO Master Chemie:** „(...) Die Festlegung der zur Auswahl stehenden Module wird im Modulhandbuch getroffen. Die individuelle Wahl der Module in der gewählten Studienvariante bedarf der Zustimmung des Prüfungsausschusses. (...)“

Es ist zwischen drei Varianten des Studiengangs zu wählen (Studienvarianten A, B und C).

Die Wahlentscheidung ist dem/der Vorsitzenden des Prüfungsausschusses im ersten Fachsemester schriftlich (vorzugsweise per E-Mail) mitzuteilen.

Der Studienplan der **Studienvariante A** sieht die Fortgeschrittenenausbildung in zwei Fächern (F-Modul in Anorganischer, Organischer oder Physikalischer Chemie (je nach Wahl im Bachelorstudium) und einem Wahlfach (Angewandte Chemie, Biochemie, Theoretische Chemie oder Radiochemie, weitere Fächer auf Antrag) vor. In einem der genannten Fächer erfolgt eine vertiefte Ausbildung:

1. Anorganische Chemie (AC13-AC), Organische Chemie (AC13-OC) oder Physikalische Chemie (AC13-PC) bestehend aus einem entsprechenden Fortgeschrittenenmodul im Umfang von 29 Leistungspunkten,
2. Angewandte Chemie (A12-AWC, Schwerpunkt Polymerchemie oder Technische Chemie), Theoretische Chemie (A12-TC), Biochemie (A12-BC) oder Radiochemie (A12-RC), weitere Fächer auf Antrag, bestehend aus einem entsprechenden Fortgeschrittenenmodul im Umfang von 29 Leistungspunkten,
3. ein Vertiefungsfach Anorganische Chemie (M14-AC), Organische Chemie (M14-OC), Physikalische Chemie (M14-PC), Angewandte Chemie (M14-AWC), Biochemie (M14-BC), Theoretische Chemie (M14-TC) oder Radiochemie (M14-RC), weitere Fächer auf Antrag, bestehend aus einem entsprechenden Vertiefungsmodul im Umfang von 28 Leistungspunkten.

Die **Studienvariante B** betont die mathematisch-physikalischen Aspekte der Chemie. Im Studienplan dieser Variante sind zusätzliche Veranstaltungen aus dem Bereich der Physik, der Physikalischen Chemie sowie der Informatik vorgesehen, dafür verkürzte Praktika in den Fächern Anorganische Chemie oder Organische Chemie. In einem der in Absatz 3 genannten Fächer erfolgt eine vertiefte Ausbildung:

1. Physikalische Chemie für die Studienvariante B (B12-PC, Schwerpunkt „Physik“ oder „Theoretische Chemie“), bestehend aus einem entsprechenden Fortgeschrittenenmodul im Umfang von 37 Leistungspunkten,

2. Anorganische Chemie (B13-AC) oder Organische Chemie (B13-OC) für die Studienvariante B, bestehend aus einem entsprechenden Fortgeschrittenenmodul im Umfang von 21 Leistungspunkten,

3. ein Vertiefungsfach Anorganische Chemie (M14-AC), Organische Chemie (M14-OC), Physikalische Chemie (M14-PC) oder Theoretische Chemie (M14-TC), weitere Fächer auf Antrag, bestehend aus einem entsprechenden Vertiefungsmodul im Umfang von 28 Leistungspunkten.

Der Studienplan der **Studienvariante C** sieht die Fortgeschrittenenausbildung in zwei Fächern (Anorganische Chemie, Organische Chemie oder Physikalische Chemie) vor. Das Fortgeschrittenenmodul Angewandte Chemie wurde in der Studienvariante C bereits im Bachelor belegt. In einem der Fächer Anorganische Chemie, Organische Chemie, Physikalische Chemie oder Angewandte Chemie erfolgt eine vertiefte Ausbildung:

1. Anorganische Chemie (AC13-AC), Organische Chemie (AC13-OC) oder Physikalische Chemie (AC13-PC) bestehend aus einem entsprechenden Fortgeschrittenenmodul im Umfang von 29 Leistungspunkten,

2. Anorganische Chemie (AC13-AC), Organische Chemie (AC13-OC) oder Physikalische Chemie (AC13-PC) bestehend aus einem entsprechenden Fortgeschrittenenmodul im Umfang von 29 Leistungspunkten, das unter 1. gewählte Fach scheidet aus,

3. ein Vertiefungsfach Anorganische Chemie (M14-AC), Organische Chemie (M14-OC), Physikalische Chemie (M14-PC) oder Angewandte Chemie (M14-AWC), weitere Fächer auf Antrag, bestehend aus einem entsprechenden Vertiefungsmodul im Umfang von 28 Leistungspunkten.

Bedingung bei der Zusammenstellung der Module ist eine ausgewogene Fächerkombination. Die Wahl bedarf der Zustimmung des Prüfungsausschusses. Sofern Sie eine der grau hinterlegten Fächerkombinationen im Bachelor- und Masterstudium (am KIT) auswählen (Tabelle auf der nächsten Seite), können Sie von einer impliziten Zustimmung des Prüfungsausschusses ausgehen.

#### Teilnahme an Praktika

Die Teilnahme an Praktika kann bei wiederholter grober Fahrlässigkeit, die zu einer Gefährdung von Personen und Sachen führt, verweigert werden.

#### Exemplarische Studienablaufpläne der Varianten A, B und C

In den Varianten A, B und C gibt es anhand jeweils einer möglichen Fächerkombination die auf den nächst-ten Seiten vorgeschlagenen Studienablaufpläne. Die folgende Tabelle gibt dabei Aufschluss über die Belastung pro Semester in Bezug auf Leistungspunkte und Erfolgskontrollen.

|                 | Anzahl Leistungspunkte |            |            | Anzahl Erfolgskontrollen |            |            |
|-----------------|------------------------|------------|------------|--------------------------|------------|------------|
|                 | Variante A             | Variante B | Variante C | Variante A               | Variante B | Variante C |
| 1. Fachsemester | 30                     | 31         | 31         | 0                        | 0          | 0          |
| 2. Fachsemester | 30                     | 29         | 29         | 3                        | 3          | 3          |
| 3. Fachsemester | 30                     | 30         | 30         | 2                        | 2          | 2          |
| 4. Fachsemester | 30                     | 30         | 30         | 1                        | 1          | 1          |
| Summe           | 120                    | 120        | 120        | 6                        | 6          | 6          |

Abkürzungen:

V= Vorlesung; S= Seminar; P= Praktikum; Ü= Übung

PS= Prüfungsleistung schriftlich (benotet); SL= Studienleistung (unbenotet)

PA= Prüfungsleistung anderer Art (benotet); PM= Prüfungsleistung mündlich (benotet)

PF= Pflichtmodul; WP= Wahlpflichtmodul

| <b>Exemplarischer Studienplan Master Chemie - Studienvariante A</b> |  |  |            |                 |                |            |
|---|--|--|------------|-----------------|----------------|------------|
| <b>Belegung</b>   |  |  | <b>Art</b> | <b>Semester</b> | <b>Prüfung</b> | <b>LP</b>  |
| <b>Vertiefungsfach</b>  |  |  |            |                 |                | <b>28</b>  |
| <b>WP</b>   | <b>M-CHEMBIO-101809 - Vertiefungsmodul Anorganische Chemie</b>                                   |  |            |                 |                | <b>28</b>  |
|   | T-CHEMBIO-103492 - <i>bestehend aus</i>  |  |            |                 | 3              | PM         |
|   | <i>Vertiefungsvorlesung Anorganische Chemie</i>  |  |            | V               | 3              | 4          |
|   | <i>Vertiefungsvorlesung Anorganische Chemie</i>  |  |            | V               | 3              | 4          |
|   | <i>Arbeitsgruppenseminar</i>   |  |            | S               | 3              | 2          |
|   | <i>Vertiefungspraktikum Anorganische Chemie</i>  |  |            | P               | 3              | 16         |
|   | <i>Schlüsselqualifikationen</i>  |  |            | S               | 3              | 2          |
| <b>Studienvariante A</b>  |  |  |            |                 |                | <b>58</b>  |
| <b>WP</b>   | <b>M-CHEMBIO-101766 - Anorganische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante A und C</b> |  |            |                 |                | <b>29</b>  |
|   | T-CHEMBIO-103441 - <i>bestehend aus:</i>   |  |            |                 | 2              | PM         |
|   | <i>Festkörperchemie</i>  |  |            | V               | 2              | 3          |
|   | <i>Metallorganische Chemie</i>   |  |            | V               | 1              | 3          |
|   | <i>Chemie der Übergangsmetalle</i>   |  |            | V               | 1              | 3          |
|   | <i>Schlüsselqualifikationen</i>  |  |            | S               | 1              | 3          |
|   | <i>Fortgeschrittenenpraktikum Anorganische Chemie</i>  |  |            | P               | 1              | 17         |
| <b>WP</b>   | <b>M-CHEMBIO-101787 - Organische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante A und C</b>   |  |            |                 |                | <b>29</b>  |
|   | T-CHEMBIO-103441 - <i>bestehend aus:</i>   |  |            |                 | 2              | PM         |
|   | <i>Organische Chemie III</i>   |  |            | V               | 2              | 4          |
|   | <i>Organische Chemie IV</i>  |  |            | V               | 1              | 4          |
|   | <i>Spektroskopiekurs</i>   |  |            | S               | 2              | 4          |
|   | <i>Schlüsselqualifikationen</i>  |  |            | S               | 2              | 3          |
|   | <i>Fortgeschrittenenpraktikum Organische Chemie</i>  |  |            | P               | 2              | 14         |
| <b>Überfachliche Qualifikationen</b>                                |  |  |            |                 |                | <b>4</b>   |
| <b>PF</b>   | <b>M-CHEMBIO-101818 - Schlüsselqualifikationen</b>   |  |            |                 |                | <b>4</b>   |
|   | T-CHEMBIO-103499 - Rechtskunde für Chemiker und Lebensmittelchemiker                             |  |            | V               | 2              | SL         |
|   | T-CHEMBIO-103646 - Toxikologie für Chemiker und Lebensmittelchemiker                             |  |            | V               | 3              | SL         |
| <b>Masterarbeit</b>   |  |  |            |                 |                | <b>30</b>  |
| <b>PF</b>   | <b>M-CHEMBIO-101817 - Modul Masterarbeit</b>   |  |            |                 | 4              | <b>30</b>  |
|   |  |  |            |                 | Summe          | <b>120</b> |

| <b>Exemplarischer Studienplan Master Chemie - Studienvariante B</b> |  |            |                 |                |            |
|---|--|------------|-----------------|----------------|------------|
| <b>Belegung</b>   |  | <b>Art</b> | <b>Semester</b> | <b>Prüfung</b> | <b>LP</b>  |
| <b>Vertiefungsfach</b>  |  |            |                 |                | <b>28</b>  |
| <b>WP</b>   | <b>M-CHEMBIO-101809 - Vertiefungsmodul Anorganische Chemie</b>   |            |                 |                | <b>28</b>  |
|   | T-CHEMBIO-103492 - <i>bestehend aus</i>  |            | 3               | PM             |            |
|   | <i>Vertiefungsvorlesung Anorganische Chemie</i>  | V          | 3               |                | 4          |
|   | <i>Vertiefungsvorlesung Anorganische Chemie</i>  | V          | 3               |                | 4          |
|   | <i>Arbeitsgruppenseminar</i>   | S          | 3               |                | 2          |
|   | <i>Vertiefungspraktikum Anorganische Chemie</i>  | P          | 3               |                | 16         |
|   | <i>Schlüsselqualifikationen</i>  | S          | 3               |                | 2          |
| <b>Studienvariante B</b>  |  |            |                 |                | <b>58</b>  |
| <b>PF</b>   | <b>M-CHEMBIO-101798 - Physikalische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante B; hier: Schwerpunkt Theoretische Chemie</b> |            |                 |                | <b>37</b>  |
|   | T-CHEMBIO-103471 - <i>bestehend aus:</i>   |            | 2               | PM             |            |
|   | <i>Wahlpflichtvorlesungen Physikalische Chemie</i>   | V          | 1               |                | 4          |
|   | <i>Wahlpflichtvorlesungen Physik, Physikalische Chemie oder Theoretische Chemie</i>  | V          | 1               |                | 4          |
|   | <i>Wahlpflichtvorlesungen Theoretische Chemie</i>  | V          | 1               |                | 4          |
|   | <i>Programmierkurs</i>   | V          | 2               |                | 6          |
|   | <i>Schlüsselqualifikationen</i>  | S          | 1               |                | 3          |
|   | <i>Fortgeschrittenenpraktikum Physikalische Chemie - Studienvariante B</i>   | P          | 1               |                | 16         |
| <b>WP</b>   | <b>M-CHEMBIO-101806 - Organische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante B</b>   |            |                 |                | <b>21</b>  |
|   | T-CHEMBIO-100265- <i>bestehend aus:</i>  |            | 2               | PM             |            |
|   | <i>Organische Chemie III</i>   | V          | 2               |                | 4          |
|   | <i>Spektroskopiekurs</i>   | S          | 2               |                | 4          |
|   | <i>Schlüsselqualifikationen</i>  | S          | 2               |                | 3          |
|   | <i>Fortgeschrittenenpraktikum Organische Chemie - Studienvariante B und C</i>  | P          | 2               |                | 10         |
| <b>Überfachliche Qualifikationen</b>                                |  |            |                 |                | <b>4</b>   |
| <b>PF</b>   | <b>M-CHEMBIO-101818 - Schlüsselqualifikationen</b>   |            |                 |                | <b>4</b>   |
|   | T-CHEMBIO-103499 - Rechtskunde für Chemiker und Lebensmittelchemiker   | V          | 2               | SL             | 2          |
|   | T-CHEMBIO-103646 - Toxikologie für Chemiker und Lebensmittelchemiker   | V          | 3               | SL             | 2          |
| <b>Masterarbeit</b>   |  |            |                 |                | <b>30</b>  |
| <b>PF</b>   | <b>M-CHEMBIO-101817 - Modul Masterarbeit</b>   |            | 4               |                | <b>30</b>  |
|   |  |            |                 | Summe          | <b>120</b> |

| <b>Exemplarischer Studienplan Master Chemie - Studienvariante C</b> |  |  |  |            |                 |                |            |
|---|--|--|--|------------|-----------------|----------------|------------|
| <b>Belegung</b>   |  |  |  | <b>Art</b> | <b>Semester</b> | <b>Prüfung</b> | <b>LP</b>  |
| <b>Vertiefungsfach</b>  |  |  |  |            |                 |                | <b>28</b>  |
| <b>WP</b>   | <b>M-CHEMBIO-101809 - Vertiefungsmodul Anorganische Chemie</b>   |  |  |            |                 |                | <b>28</b>  |
|   | T-CHEMBIO-103492 - bestehend aus   |  |  |            | 3               | PM             |            |
|   | Vertiefungsvorlesung Anorganische Chemie   |  |  | V          | 3               |                | 4          |
|   | Vertiefungsvorlesung Anorganische Chemie   |  |  | V          | 3               |                | 4          |
|   | Arbeitsgruppenseminar  |  |  | S          | 3               |                | 2          |
|   | Vertiefungspraktikum Anorganische Chemie   |  |  | P          | 3               |                | 16         |
|   | Schlüsselqualifikationen   |  |  | S          | 3               |                | 2          |
| <b>Studienvariante A</b>  |  |  |  |            |                 |                | <b>58</b>  |
| <b>WP</b>   | <b>M-CHEMBIO-101789 - Angewandte Chemie für Master-Studierende der Studienvarianten A und C; hier: Schwerpunkt Chemische Technik</b> |  |  |            |                 |                | <b>29</b>  |
|   | T-CHEMBIO-103451 - bestehend aus:  |  |  |            | 2               | PM             |            |
|   | Reaktionstechnik   |  |  | V          | 1               |                | 3          |
|   | Katalyse   |  |  | V          | 1               |                | 3          |
|   | Übungen  |  |  | Ü          | 1               |                | 3          |
|   | Grundoperationen und Verfahrensentwicklung   |  |  | V          | 1               |                | 3          |
|   | Einführung Polymerchemie 1 oder 2  |  |  | V          | 2               |                | 2          |
|   | Schlüsselqualifikationen   |  |  | S          | 1               |                | 3          |
|   | Praktikum Chemische Technik  |  |  | P          | 1               |                | 12         |
| <b>WP</b>   | <b>M-CHEMBIO-101787 - Organische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante A und C</b>                                       |  |  |            |                 |                | <b>29</b>  |
|   | T-CHEMBIO-103441 - bestehend aus:  |  |  |            | 2               | PM             |            |
|   | Organische Chemie III  |  |  | V          | 2               |                | 4          |
|   | Organische Chemie IV   |  |  | V          | 1               |                | 4          |
|   | Spektroskopiekurs  |  |  | S          | 2               |                | 4          |
|   | Schlüsselqualifikationen   |  |  | S          | 2               |                | 3          |
|   | Fortgeschrittenenpraktikum Organische Chemie   |  |  | P          | 2               |                | 14         |
| <b>Überfachliche Qualifikationen</b>                                |  |  |  |            |                 |                | <b>4</b>   |
| <b>PF</b>   | <b>M-CHEMBIO-101818 - Schlüsselqualifikationen</b>   |  |  |            |                 |                | <b>4</b>   |
|   | T-CHEMBIO-103499 - Rechtskunde für Chemiker und Lebensmittelchemiker   |  |  | V          | 2               | SL             | 2          |
|   | T-CHEMBIO-103646 - Toxikologie für Chemiker und Lebensmittelchemiker   |  |  | V          | 3               | SL             | 2          |
| <b>Masterarbeit</b>   |  |  |  |            |                 |                | <b>30</b>  |
| <b>PF</b>   | <b>M-CHEMBIO-101817 - Modul Masterarbeit</b>   |  |  |            | 4               |                | <b>30</b>  |
|   |  |  |  |            |                 | Summe          | <b>120</b> |

Tabelle zu möglichen Fortgeschrittenen- und Wahlfachmodulen.

| Bachelor        |                         |                         | Master           |                         |                                   |
|-----------------|-------------------------|-------------------------|------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Studienvariante | 1. F-Modul <sup>1</sup> | 2. F-Modul <sup>1</sup> | Studienvariante  | 1. F-Modul <sup>1</sup> | 2. F-Modul/ Wahlfach <sup>1</sup> |
| A               | A9-AC                   | A9-OC                   | A                | AC13-PC                 | Wahlfach <sup>2</sup>             |
| A               | A9-AC                   | A10-PC                  | A                | AC13-OC                 | Wahlfach <sup>2</sup>             |
| A               | A9-OC                   | A10-PC                  | A                | AC13-AC                 | Wahlfach <sup>2</sup>             |
| A               | A9-AC                   | A9-OC                   | B <sup>3,4</sup> | B12-PC <sup>5</sup>     | Wahlfach <sup>2,6</sup>           |
| A               | A9-AC                   | A10-PC                  | B <sup>3</sup>   | B12-PC <sup>5</sup>     | B13-OC                            |

|   |        |        |                  |                      |                       |
|---|--------|--------|------------------|----------------------|-----------------------|
| A | A9-OC  | A10-PC | B <sup>3</sup>   | B12-PC <sup>5</sup>  | B13-AC                |
| A | A9-AC  | A9-OC  | C <sup>3</sup>   | A12-AWC <sup>7</sup> | AC13-PC               |
| A | A9-AC  | A10-PC | C <sup>3</sup>   | A12-AWC <sup>7</sup> | AC13-OC               |
| A | A9-OC  | A10-PC | C <sup>3</sup>   | A12-AWC <sup>7</sup> | AC13-AC               |
| B | B10-PC | B9-AC  | B                | B12-PC <sup>5</sup>  | B13-OC                |
| B | B10-PC | B9-OC  | B                | B12-PC <sup>5</sup>  | B13-AC                |
| B | B10-PC | B9-AC  | A <sup>3</sup>   | AC13-OC              | Wahlfach <sup>2</sup> |
| B | B10-PC | B9-OC  | A <sup>3</sup>   | AC13-AC              | Wahlfach <sup>2</sup> |
| B | B10-PC | B9-AC  | C <sup>3</sup>   | A12-AWC <sup>7</sup> | AC13-OC               |
| B | B10-PC | B9-OC  | C <sup>3</sup>   | A12-AWC <sup>7</sup> | AC13-AC               |
| C | C9-AWC | C9-AC  | C                | AC13-OC              | AC13-PC               |
| C | C9-AWC | C9-OC  | C                | AC13-AC              | AC13-PC               |
| C | C9-AWC | C10-PC | C                | AC13-AC              | AC13-OC               |
| C | C9-AWC | C9-AC  | A <sup>3</sup>   | AC13-OC              | AC13-PC               |
| C | C9-AWC | C9-OC  | A <sup>3</sup>   | AC13-AC              | AC13-PC               |
| C | C9-AWC | C10-PC | A <sup>3</sup>   | AC13-AC              | AC13-OC               |
| C | C9-AWC | C9-AC  | B <sup>3</sup>   | B12-PC <sup>5</sup>  | B13-OC                |
| C | C9-AWC | C9-OC  | B <sup>3</sup>   | B12-PC <sup>5</sup>  | B13-AC                |
| C | C9-AWC | C10-PC | B <sup>3,8</sup> |                      |                       |

<sup>1</sup> Die Reihenfolge der zwei Module ist beliebig. <sup>2</sup> Radiochemie (A12-RC), Biochemie (A12-BC), Angewandte Chemie (A12-AWC), Theoretische Chemie (A12-TC), weitere Fächer auf Antrag. <sup>3</sup> Ein Beratungs-/Abstimmungsgespräch mit dem Studiendekan ist zu Beginn des Masterstudiums dringend empfohlen. <sup>4</sup> Es ist zu beachten, dass bei dieser Kombination das vollständige Wahlfachmodul für die Studienvariante A belegt werden muss, das in diesem Fall nur mit 18 Leistungspunkten verbucht wird. <sup>5</sup> Schwerpunkt „Physik“ oder „Theoretische Chemie“. <sup>6</sup> Der Schwerpunkt „Theoretische Chemie“ und das Wahlfach „Theoretische Chemie“ können nicht in Kombination gewählt werden. Das Wahlfach kann auch „Theoretische Chemie“ sein, wenn im 1. F-Modul (Master) der Physikalische Schwerpunkt gewählt wird, wobei diese Kombination nicht empfohlen wird. <sup>7</sup> Schwerpunkt „Chemische Technik“ oder „Polymerchemie“. <sup>8</sup> Ein Wechsel in die Studienvariante B ist mit dieser Kombination im Bachelorstudiengang nicht möglich.

## 1 Aufbau des Studiengangs

| Pflichtbestandteile  |       |
|--|-------|
| Masterarbeit   | 30 LP |
| Vertiefungsfach  | 28 LP |
| Studienvarianten   | 58 LP |
| Überfachliche Qualifikationen  | 4 LP  |
| Freiwillige Bestandteile   |       |
| Zusatzleistungen<br><i>Dieser Bereich fließt nicht in die Notenberechnung des übergeordneten Bereichs ein.</i> |       |

### 1.1 Masterarbeit

**Leistungspunkte**  
30

| Pflichtbestandteile |                    |       |
|---------------------|--------------------|-------|
| M-CHEMBIO-101817    | Modul Masterarbeit | 30 LP |

### 1.2 Vertiefungsfach

**Leistungspunkte**  
28

| Vertiefungsfach (Wahl: 1 Bestandteil) |                                       |       |
|---------------------------------------|---------------------------------------|-------|
| M-CHEMBIO-101809                      | Vertiefungsmodul Anorganische Chemie  | 28 LP |
| M-CHEMBIO-101810                      | Vertiefungsmodul Organische Chemie    | 28 LP |
| M-CHEMBIO-101811                      | Vertiefungsmodul Physikalische Chemie | 28 LP |
| M-CHEMBIO-101812                      | Vertiefungsmodul Angewandte Chemie    | 28 LP |
| M-CHEMBIO-101813                      | Vertiefungsmodul Biochemie            | 28 LP |
| M-CHEMBIO-101814                      | Vertiefungsmodul Theoretische Chemie  | 28 LP |
| M-CHEMBIO-101815                      | Vertiefungsmodul Radiochemie          | 28 LP |

**1.3 Studienvarianten****Leistungspunkte**  
58

| <b>Studienvarianten (Wahl: 1 Bestandteil)</b>      |       |
|--|-------|
| Studienvariante A (anorganisch/organisch)          | 58 LP |
| Studienvariante B (physikalisch/mathematisch)      | 58 LP |
| Studienvariante C (technisch/anwendungsorientiert) | 58 LP |

**1.3.1 Studienvariante A (anorganisch/organisch)****Leistungspunkte**  
58

Bestandteil von: Studienvarianten

| <b>Studienvariante A (anorganisch/organisch) (Wahl: 2 Bestandteile)</b> |   |       |
|---|---|-------|
| M-CHEMBIO-101766  | Anorganische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante A und C  | 29 LP |
| M-CHEMBIO-101787  | Organische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante A und C    | 29 LP |
| M-CHEMBIO-101788  | Physikalische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante A und C | 29 LP |
| M-CHEMBIO-101789  | Angewandte Chemie für Master-Studierende der Studienvarianten A und C   | 29 LP |
| M-CHEMBIO-101791  | Theoretische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante A        | 29 LP |
| M-CHEMBIO-101792  | Biochemie für Master-Studierende der Studienvariante A                  | 29 LP |
| M-CHEMBIO-101793  | Radiochemie für Master-Studierende der Studienvariante A                | 29 LP |

**1.3.2 Studienvariante B (physikalisch/mathematisch)****Leistungspunkte**  
58

Bestandteil von: Studienvarianten

| <b>Pflichtbestandteile</b>                     |   |       |
|--|---|-------|
| M-CHEMBIO-101798                               | Physikalische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante B | 37 LP |
| <b>Wahlpflichtmodule (Wahl: 1 Bestandteil)</b> |   |       |
| M-CHEMBIO-101805                               | Anorganische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante B  | 21 LP |
| M-CHEMBIO-101806                               | Organische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante B    | 21 LP |

**1.3.3 Studienvariante C (technisch/anwendungsorientiert)****Leistungspunkte**  
58

Bestandteil von: Studienvarianten

| <b>Studienvariante C (technisch/anwendungsorientiert) (Wahl: 2 Bestandteile)</b> |   |       |
|--|---|-------|
| M-CHEMBIO-101766   | Anorganische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante A und C  | 29 LP |
| M-CHEMBIO-101787   | Organische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante A und C    | 29 LP |
| M-CHEMBIO-101788   | Physikalische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante A und C | 29 LP |
| M-CHEMBIO-101789   | Angewandte Chemie für Master-Studierende der Studienvarianten A und C   | 29 LP |

**1.4 Überfachliche Qualifikationen****Leistungspunkte**  
4

| <b>Pflichtbestandteile</b> |                          |      |
|----------------------------|--------------------------|------|
| M-CHEMBIO-101818           | Schlüsselqualifikationen | 4 LP |

**1.5 Zusatzleistungen**

| <b>Zusatzleistungen (Wahl: max. 30 LP)</b> |                    |       |
|--|--------------------|-------|
| M-CHEMBIO-102008                           | Weitere Leistungen | 30 LP |

## 2 Module

M

### 2.1 Modul: Angewandte Chemie für Master-Studierende der Studienvarianten A und C (A12-AWC) [M-CHEMBIO-101789]

**Verantwortung:** Dr. Nico Dingenouts

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften

**Bestandteil von:** Studienvarianten / Studienvariante A (anorganisch/organisch)  
Studienvarianten / Studienvariante C (technisch/anwendungsorientiert)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus         | Dauer      | Sprache | Level | Version |
|-----------------|--------------|----------------|------------|---------|-------|---------|
| 29              | Zehntelnoten | Jedes Semester | 2 Semester | Deutsch | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |  |       |  |
|---------------------|--|-------|--|
| T-CHEMBIO-103451    | Wahlpflichtvorlesungen (Schwerpunkt Chemische Technik (14 LP) oder Schwerpunkt Polymerchemie (11 LP)); Praktikum (Chemische Technik (12 LP) oder Polymerchemie (15 LP)); Schlüsselqualifikationen (3 LP) | 29 LP |  |

#### Erfolgskontrolle(n)

In diesem Modul muss ein Schwerpunkt gewählt werden aus „Chemische Technik“ oder „Polymerchemie“.

Schwerpunkt Chemische Technik:

Klausuren CT I, CT II und CT III (unbenotet)

Abschlusskolloquium zum Praktikum (unbenotet)

Vortrag im Seminar zum Praktikum

1-tägige Exkursion (Teilnahme)

Hörschein zu einer Vorlesung Polymerchemie

Modulabschlussprüfung (benotet)

Schwerpunkt Polymerchemie:

Abschlusskolloquium zum Praktikum (unbenotet)

Hörschein zu einer Vorlesung Chemische Technik

Modulabschlussprüfung (benotet)

#### Voraussetzungen

Bestandene Klausuren und ein abgeschlossenes Praktikum sind Voraussetzung für die Anmeldung zur Modulabschlussprüfung.

Ähnlich einer Mastervorzugsregelung kann das Modul bereits begonnen werden, wenn das Bachelorstudium noch nicht abgeschlossen ist. Für die Zulassung zum Praktikum "Angewandte Chemie für Master-Studierende der Studienvarianten A, C" müssen alle Module aus den Veranstaltungen des Bachelor-Grundstudiums (gemäß SPO Bachelor Chemie, §20 Abs. 2) abgeschlossen sein.

Die Anmeldung zur Modulabschlussprüfung ist erst möglich, wenn das Bachelorstudium abgeschlossen ist.

Die Studienvariante muss dem Prüfungsausschussvorsitzenden zu Beginn des Masterstudiums angezeigt werden (SPO, §16).

In welchen Fällen im Masterstudiengang ein Modul „Angewandte Chemie für Master-Studierende der Studienvarianten A, C“ belegt werden kann/muss, ist in der Tabelle zu möglichen Fortgeschrittenen- und Wahlfachmodulen im Modulhandbuch gezeigt. Wird im Masterstudium eine andere Studienvariante gewählt als im Bachelorstudium oder wurde das Bachelorstudium nicht am KIT durchgeführt, ist zu Beginn des Masterstudiums ein Beratungs- und Abstimmungsgespräch mit dem Studiendekan obligatorisch.

**Qualifikationsziele****Schwerpunkt „Chemische Technik“:**

Die Studierenden haben ein grundlegendes Verständnis zu Produktionsverfahren und chemischen Stoffumwandlungen im industriellen Maßstab. Dabei spielen Theorie und Praxis chemischer Reaktoren sowie katalytische Reaktionen eine ebenso große Rolle wie der Rohstoff- und Energiebedarf der chemischen Industrie und des aktuellen Wandels auf diesen Sektoren. Aktuelle Themen aus Katalyse und Umweltschutz, der Wandel der fossilen Rohstoffe und Ressourcenverknappung sind grundlegende Aspekte der modernen Chemischen Technik. Die Studierenden wurden an ihre spätere Berufstätigkeit in der chemischen Industrie herangeführt, beispielsweise gefördert durch Exkursionen.

**A) Vorlesung: „Chemische Technik I: Chemische Reaktionstechnik“**

Die Studierenden verfügen über ein vertieftes Verständnis der Mikro- und Makrokinetik homogener und heterogener (z.B. gasflüssig, gas-fest) chemischer Reaktionen, Typen und Auslegung chemischer Reaktoren, Stoff-, Wärme- und Impulsbilanzierung bei realen und idealen Reaktoren. Sie verstehen die Wechselwirkung von Kinetik mit Wärme- und Stofftransport, die Abschätzung von Umsatz, Selektivität und Wirkungsgraden und beherrschen Computerprogramme zur Berechnung des Verhaltens der idealen Reaktoren.

**B) Vorlesung: „Chemische Technik II: Katalyse“**

Die Studierenden haben einen Überblick über wichtige katalytische Verfahren und entwickeln ein Verständnis für deren Bedeutung in gegenwärtigen und zukünftigen Prozessen zur Produktion von Chemikalien. Sie verfügen über ein Wissen von der mikroskopischen bis zur makroskopischen Skala d.h. von Elementarreaktionen auf einer einkristallinen Oberfläche bis hin zum Produktdesign eines technischen Katalysators. Die Grundlagen beinhalten:

- Präparation und Design von molekularen Katalysatoren
- Molekulares Verständnis der Katalyse auf idealen Oberflächen
- Aufstellung von mikrokinetischen Modellen auf Festkörperoberflächen
- Entwicklung der Golbalkinetik unter Berücksichtigung von Stoff- und Wärmetransport
- Charakterisierung von Katalysatoren, auch unter Reaktionsbedingungen
- Theorie des Übergangszustandes und rationales Katalysatordesign
- Katalysator- und Reaktordesign

**C) Übungen zu den Vorlesungen „Chemischen Reaktionstechnik“ und „Katalyse“**

Die Studierende sind in der Lage, Aufgaben aus den chemischen Reaktionstechnik und der heterogenen Katalyse eigenständig zu lösen, insbesondere verstehen sie die Rechenverfahren zur Auslegung von Reaktoren, zur Aufstellung von mikrokinetischen Modellen und zur Berechnung von Katalysatoreigenschaften aus Messdaten der Katalysatorcharakterisierung wie zum Beispiel BET, Chemisorption, XRD.

**D) Vorlesung: „Chemische Technik III: Grundoperationen und Verfahrensentwicklung“**

Die Studierenden verfügen über ein vertieftes Verständnis thermischer Grundoperationen (Rektifikation, Extraktionen, Absorption, Adsorption, Kristallisation) und deren Auslegung. Sie haben eine Übersicht über die wichtigsten mechanischen Grundoperationen mittels Mischern, Pumpen und Verdichtern sowie Membranverfahren. Sie sind mit den Grundlagen der Verfahrensentwicklung, insbesondere Fließbildern, Stoff- und Energiebilanzen von Anlagen, und Gesichtspunkten der Verfahrensauswahl wie Umweltverträglichkeit, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit vertraut.

**E) Praktikum „Chemische Technik“**

Die Studierenden können selbständig Laboruntersuchungen zu chemisch-technischen Fragestellungen wie Verweilzeitspektren, Reaktionskinetik, Wärmeaustausch, Stofftrennung und heterogener Katalyse durchführen, auswerten und die Ergebnisse wissenschaftlich diskutieren. Sie sind in der Lage das in Exkursionen vermittelte Wissen aufzuarbeiten und in einer Präsentation darzustellen.

**F) eine Vorlesung aus „Synthetische Polymerchemie I“, „Polymerchemie I“ oder Polymer-chemie II“ oder „Einführung in die Chemie und Physik der Makromoleküle I“**

siehe Schwerpunkt Polymerchemie.

**Schwerpunkt „Polymerchemie“:**

Die Studierenden haben ein grundlegendes Verständnis der Polymerchemie, das die Synthese, die Charakterisierung und die Anwendung von komplexen polymeren Materialien umfasst.

Sie verfügen über Wissen in diesen Bereichen:

- Synthese von komplexen polymeren Materialien
- Charakterisierung von Polymeren
- Einsatzgebiete von Kunststoffen

- Verarbeitung von Kunststoffen
- Relationen zwischen Herstellungsmethoden und resultierenden Werkstoffeigenschaften

Die Studierenden wurden an ihre spätere Berufstätigkeit in der chemischen Industrie herangeführt, beispielsweise gefördert durch Exkursionen.

#### **A) Vorlesung „Synthetische Polymerchemie I“ und „Synthetische Polymerchemie II“**

Die Studierenden haben ein grundlegendes Verständnis der Polymerchemie, insbesondere der verschiedenen Polymerisationstechniken, die die freien radikalische Polymerisation, Stufenwachstumsprozesse und (kontrollierte/lebende) Kettenpolymerisationen umfassen. Hierzu gehört die Kenntnis der möglichen Synthesewege von Polymeren sowie der Postfunktionalisierung von Polymeren. Sie können außerdem Zusammenhänge zwischen Syntheseparametern und resultierenden Eigenschaften benennen und erläutern.

#### **B) Vorlesung „Einführung in die Chemie und Physik der Makromoleküle I“ und „Einführung in die Chemie und Physik der Makromoleküle II“**

Die Studierenden haben ein grundlegendes Verständnis zur Chemie und Physik von Makromolekülen. Sie kennen die verschiedenen Polymerisationsmethoden und sind in der Lage, diese miteinander zu vergleichen. Sie kennen die grundlegende physikalische Chemie an Polymeren und können die wichtigen Eigenschaften der Polymere benennen und die dazugehörige Theorie erklären. Zudem können sie die wichtigsten Charakterisierungsmethoden benennen und ihre Grundlagen und Voraussetzungen erläutern. Zudem haben Sie grundlegende Kenntnisse der Polymerverarbeitung und können einzelne Materialklassen von Polymeren, ihre Anwendungen und ihre physikalischen Eigenschaften detailliert erläutern.

#### **C) Vorlesung „Synthetische Polymerchemie II“ oder „Einführung in die Chemie und Physik der Makromoleküle II“**

siehe Vorlesungen A und B

#### **D) Praktikum „Polymerchemie“**

Die Studierenden erarbeiten die Grundlagen der Polymersynthese, der Struktur und Eigenschaften von Polymermolekülen und deren technische Anwendungsgebiete. Sie können die Funktionsweise von Standardpolymerisationsmethoden, aber auch moderne Methoden der Synthese oder die Synthese spezieller Topologien erläutern und sie auch praktisch durchführen. Zudem können Sie den physikalischen Hintergrund der Standardcharakterisierungsmethoden erläutern, die Methoden untereinander vergleichen sowie diese Methoden auch selbst durchführen und eigenständig auswerten.

#### **E) eine Vorlesung aus „Chemische Technik I: Chemische Reaktionstechnik“ oder „Chemische Technik II: Katalyse“**

siehe Schwerpunkt Chemische Technik

#### **Inhalt**

Je nach gewähltem Schwerpunkt werden die Qualifikationsziele im Bereich Chemische Technik bzw. Polymerchemie sowie Grundlagen der jeweils anderen Fachrichtung abgedeckt.

#### **Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der Modulabschlussprüfung.

**Arbeitsaufwand****Schwerpunkt Chemische Technik:**

A) Vorlesung: "Chemische Technik I: Chemische Reaktionstechnik"

Präsenzzeit in der Vorlesung: 30 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 60 h

Summe: 90 h (3 LP)

B) Vorlesung: „Chemische Technik II: Katalyse“

Präsenzzeit in der Vorlesung: 30 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 60 h

Summe: 90 h (3 LP)

C) Übungen zu den Vorlesungen „Chemischen Reaktionstechnik“ und „Katalyse“

Präsenzzeit in der Übung: 30 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 60 h

Summe: 90 h (3 LP)

D) Vorlesung: „Chemische Technik III: Grundoperationen und Verfahrensentwicklung“

Präsenzzeit in der Vorlesung: 30 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 60 h

Summe: 90 h (3 LP)

E) Praktikum „Chemische Technik“

Präsenzzeit in Praktikum, Exkursion, Seminar: 180 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 180 h

Summe: 360 h (12 LP)

F) eine Vorlesung aus „Polymerchemie I“ oder Polymerchemie II“

Präsenzzeit in der Vorlesung: 30 h

Vor- und Nachbereitung: 30 h

Summe: 60 h (2 LP)

**Schwerpunkt Polymerchemie:**

A) Vorlesung „Synthetische Polymerchemie I“Präsenzzeit in der Vorlesung: 30 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 60 h

Summe: 90 h (3 LP)

B) Vorlesung „Einführung in die Chemie und Physik der Makromoleküle I“

Präsenzzeit in der Vorlesung: 30 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 60 h

Summe: 90 h (3 LP)

C) Vorlesung „Synthetische Polymerchemie II“ oder „Einführung in die Chemie und Physik der Makromoleküle II“

Präsenzzeit in der Vorlesung: 30 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 60 h

Summe: 90 h (3 LP)

D) Praktikum „Polymerchemie“

Präsenzzeit im Praktikum: 180 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 270 h

Summe: 450 h (15 LP)

E) eine Vorlesung aus "Chemische Technik I: Chemische Reaktionstechnik" oder „Chemische Technik II: Katalyse“

Präsenzzeit in der Vorlesung: 30 h

Vor- und Nachbereitung: 30 h

Summe: 60 h (2 LP)

Zusätzlich sind in das Modul die Schlüsselqualifikationen „IT-Kompetenz (Datenbankrecherchen)“, „Vortragstechniken“ und „Fachliche Sprachkompetenzen (Englisch)“ im Umfang von 3 Leistungspunkten (90 h) integriert.

Gesamtaufwand im Modul: 870 h (29 LP)

### Lehr- und Lernformen

Das Modul besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

#### Schwerpunkt Chemische Technik:

A) Vorlesung: "Chemische Technik I: Chemische Reaktionstechnik" (2 SWS, 3 LP, WS)

B) Vorlesung: „Chemische Technik II: Katalyse“ (2 SWS, 3 LP, WS)

C) Übungen zu den Vorlesungen „Chemischen Reaktionstechnik“ und „Katalyse“ (CT I & CT II) (2 SWS, 3 LP, WS)

D) Vorlesung: „Chemische Technik III: Grundoperationen und Verfahrensentwicklung“ (2 SWS, 3 LP, SS)

E) Praktikum „Chemische Technik“ inkl. Seminar und 1-tägiger Exkursion (10+2 SWS, 12 LP, WS oder SS)

F) eine Vorlesung aus „Polymerchemie I“ oder Polymerchemie II“ (2 SWS, 2 LP, WS oder SS)

Folgende Leistungen sind zu erbringen:

- Klausur zu A) (Studienleistung)
- Klausur zu B) (Studienleistung)
- Klausur zu D) (Studienleistung)
- Antestate, Versuchsprotokolle, Seminarvortrag und Abschlusscolloquium zu E) (Studienleistungen)
- Hörschein zu F) (Studienleistung)
- Modulabschlussprüfung (mündliche Prüfungsleistung)

#### Schwerpunkt Polymerchemie:

A) Vorlesung „Einführung in die Chemie und Physik der Makromoleküle I“ (2 SWS, 3 LP, WS)

B) Vorlesung „Einführung in die Chemie und Physik der Makromoleküle II“ (2 SWS, 3 LP, SS)

C) Spezialvorlesung aus der Polymerchemie (2 SWS, 3 LP, SS/WS, siehe VLV)

D) Praktikum „Polymerchemie“ (15 SWS, 15 LP, SS/WS)

E) eine Vorlesung aus "Chemische Technik I: Chemische Reaktionstechnik" oder „Chemische Technik II: Katalyse“ (2 SWS, 2 LP, WS)

A,B): "Einführung in die Chemie und Physik der Makromoleküle I/II" oder "Synthetische Polymerchemie". Es besteht Wahlfreiheit.

C): Andere Vorlesungen sind evtl. auf Anfrage möglich.

Alternativ zu einer Spezialvorlesung ist es möglich, beide zweiseimestrigen Grundvorlesungen und dafür keine Spezialvorlesung zu hören, um eine breite Grundausbildung zu erhalten.

Folgende Leistungen sind zu erbringen:

- Antestate, Versuchsprotokolle und Abschlusscolloquium zu D) (Studienleistung)
- Hörschein zu E) (Studienleistung)
- Modulabschlussprüfung (mündliche Prüfungsleistung)

**Literatur****Chemische Technik:**

Inhalt der Vorlesungen, teilw. Skripten zu den Vorlesungen, Standardlehrbücher:

M. Baerns, A. Behr, A. Brehm, J. Gmehling, H. Hofmann, U. Onken, A. Renken, Technische Chemie. Wiley-VCH, 2006 (1. Band), ISBN 3527310002.

I. Chorkendorff, H. Niemantsverdriet, Concepts of Modern Catalysis and Kinetics, 2nd Edition, Wiley-VCH, Weinheim (2007).

Weitere Literatur:

H.S. Fogler, "Elements of Chemical Engineering" (Prentice Hall)

Baerns, M.; Hofmann, H.; Renken, A.: Lehrbuch der Technischen Chemie –

Chemische Reaktionstechnik, Bd. 1, 3. Aufl., Wiley-VCH, Weinheim 1999.

Gmehling, J.; Brehm, A: Lehrbuch der Technischen Chemie - Grundoperationen, Bd. 2, Wiley-VCH, Weinheim 1996.

Onken, U.; Behr, A.: Lehrbuch der Technischen Chemie– Chemische Prozeßkunde, Bd. 3, Wiley-VCH, Weinheim 1996.

Emig, G.; Klemm, E.: Technische Chemie – Einführung in die Chemische Reaktionstechnik, 5. Aufl., Springer, Berlin-Heidelberg-New York 2005.

**Polymerchemie:**

Inhalt der Vorlesungen, teilw. Skripte zu den Vorlesungen, Standardlehrbücher:

B.Tieke, Makromolekulare Chemie, Wiley-VCH, Weinheim (2005); M.D. Lechner, K. Gehrke, E.H. Nordmeier, Makromolekulare Chemie, Birkhäuser Verlag, Basel (2010)

## M

**2.2 Modul: Anorganische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante A und C (AC13-AC) [M-CHEMBIO-101766]****Verantwortung:** Dr. Michael Gamer**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften**Bestandteil von:** [Studienvarianten / Studienvariante A \(anorganisch/organisch\)](#)  
[Studienvarianten / Studienvariante C \(technisch/anwendungsorientiert\)](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus         | Dauer      | Sprache | Level | Version |
|-----------------|--------------|----------------|------------|---------|-------|---------|
| 29              | Zehntelnoten | Jedes Semester | 2 Semester | Deutsch | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |  |       |  |
|---------------------|--|-------|--|
| T-CHEMBIO-103441    | <a href="#">Festkörperchemie (3 LP)</a> , <a href="#">Metallorganische Chemie (3 LP)</a> ,<br><a href="#">Chemie der Übergangsmetalle (3 LP)</a> , <a href="#">Fortgeschrittenenpraktikum Anorganische Chemie - Studienvariante A und C (17 LP)</a> ,<br><a href="#">Schlüsselqualifikationen (3 LP)</a> | 29 LP |  |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Erfolgskontrolle „Sicherheit im Labor“ (Klausur vor dem präparativen Teil, Studienleistung) ist Voraussetzung für die Erfolgskontrollen Vortrag und Präparate (Studienleistungen, wobei jeweils mindestens 50% der Literaturnutzung zu erreichen ist). Diese sind Voraussetzung zur Teilnahme an der Erfolgskontrolle "Abschlussklausur zum Praktikum" (Studienleistung); alle Leistungen müssen innerhalb eines Semesters absolviert werden. Eine nicht bestandene Abschlussklausur muss bei nächster Möglichkeit wiederholt werden.

Eine bestandene Abschlussklausur zum Praktikum ist Voraussetzung für die Modulabschlussprüfung (Prüfungsleistung mündlich, ca. 45 min).

Die Anmeldung zum Praktikum erfolgt über folgendes Portal: <http://www.chem-bio.kit.edu/447.php>. Die Anmeldung zur Klausur erfolgt schriftlich bei Herrn Maisch, R. 332, Geb. 30.45 (Termine dazu per Aushang und auf der Homepage des Instituts für Anorganische Chemie bzw. <http://www.chem-bio.kit.edu/375.php>). Die Klausur findet zeitnah nach Ende des praktischen Teils statt.

**Voraussetzungen**

Bestandene Erfolgskontrollen sind Voraussetzung für die Teilnahme an der Modulabschlussprüfung.

Ähnlich einer Mastervorzugsregelung kann das Modul bereits begonnen werden, wenn das Bachelorstudium noch nicht abgeschlossen ist. Für die Zulassung zum Fortgeschrittenenpraktikum „Anorganische Chemie für Master-Studierende der Studienvarianten A und C“ müssen alle Module aus den Veranstaltungen des Bachelor-Grundstudiums (gemäß SPO Bachelor Chemie, §20 Abs. 2) abgeschlossen sein und dies dem Praktikumsleiter zu Beginn des Praktikums verbindlich mitgeteilt werden.

Die Anmeldung zur Modulabschlussprüfung ist erst möglich, wenn das Bachelorstudium abgeschlossen ist.

Die Studienvariante muss dem Prüfungsausschussvorsitzenden zu Beginn des Masterstudiums angezeigt werden (SPO, §16).

In welchen Fällen im Masterstudiengang ein Modul „Anorganische Chemie für Master-Studierende der Studienvarianten A und C“ belegt werden kann/muss, ist in der Tabelle zu möglichen Fortgeschrittenen- und Wahlfachmodulen im Modulhandbuch gezeigt. Wird im Masterstudium eine andere Studienvariante gewählt als im Bachelorstudium oder wurde das Bachelorstudium nicht am KIT durchgeführt, ist zu Beginn des Masterstudiums ein Beratungs- und Abstimmungsgespräch mit dem Studiendekan obligatorisch.

**Qualifikationsziele**

Die Studierenden besitzen ein fortgeschrittenes Verständnis der Anorganischen Chemie. Dieses umfasst die grundlegende Stoffchemie der Elemente sowie Kenntnisse über den Aufbau, die Darstellung und die Eigenschaften von chemischer Substanzen und Materialien. Mit der Kenntnis verschiedener Teilgebiete der Anorganischen Chemie, welche die Metallorganische Chemie, die Festkörperchemie und die Koordinationschemie umfasst, sind die Studierenden in der Lage, die Chemie der Elemente zu beschreiben und deren Reaktivität abzuschätzen. Mit der eigenständigen Durchführung von Synthesen können sie mit luft- und wasserempfindlichen, bzw. pyrophoren Gefahrstoffen umgehen. Sie können weiterhin moderne spektroskopische Methoden zur Analyse anwenden und können unter Schutzgas arbeiten.

**A) Fortgeschrittenenvorlesung "Festkörperchemie":**

Die Studierenden können die wichtigsten Kristallstrukturen von Metallen und Ionenverbindungen wiedergeben. Sie kennen die Grundlagen der festkörper-chemischen Synthese in Bezug auf Defektchemie und Diffusion im Festkörper. Die Studierenden können vertiefte Aspekte der Materialeigenschaften von Festkörper benennen und Struktur und Eigenschaften von Festkörpern korrelieren. Sie kennen moderne Methoden der Festkörpersynthese und der Festkörpercharakterisierung.

**B) Fortgeschrittenenvorlesung "Metallorganische Chemie":**

Die Studenten beherrschen die grundlegenden Synthesetechniken zur Darstellung von metallorganischen Verbindungen der Übergangsmetalle. Sie kennen die wichtigsten funktionellen Gruppen am Übergangsmetall. Die Synthese und die Reaktivität der entsprechenden Verbindungen werden beherrscht. Grundlegende Anwendung von metallorganischen Verbindungen der Übergangsmetalle, wie z.B. homogene industrielle Katalyse sind gut bekannt.

**C) Fortgeschrittenenvorlesung "Chemie der Übergangsmetalle":**

Die Studierenden beherrschen fortgeschrittene Kenntnisse über die Geschichte und die Konzepte der Koordinationschemie. Sie kennen die wichtigsten Typen von Liganden in der Komplexchemie. Sie besitzen ein Wissen über den Aufbau, die Strukturen und die Nomenklatur von Koordinationsverbindungen. Sie sind in der Lage, die elektronische Struktur von Koordinationsverbindungen mit Hilfe der Ligandenfeld- bzw. MO-Theorie zu beschreiben und können elektronische Spektren mit Hilfe von Orgel- bzw. Tanabe-Sugano-Diagrammen auswerten. Sie kennen die Grundlagen des molekularen Magnetismus.

**D) Fortgeschrittenenpraktikum "Anorganische Chemie für Bachelorstudierende der Studienvariante A und C" mit Seminar**

Die Studierenden erweitern die in den Grundpraktika erlernten Arbeitstechniken in anorganisch-chemischen Laboratorien und vertiefen die damit zusammenhängenden Verhaltens- und Sicherheitsvorschriften, insbesondere im Umgang mit feuchtigkeits-, licht-, luft- und temperaturempfindlichen Chemikalien (Schlenktechnik). Die notwendigen Arbeitsschritte werden hierbei durch eine entsprechende Literaturrecherche selbstständig analysiert und kommen direkt nach der vorschriftsgemäßen Protokollierung nach GLP (Laborjournal, Arbeitsanweisung) im Labor zur praktischen Anwendung. Sie sind so in der Lage bekannte Verbindungen im Labormaßstab zu synthetisieren und anhand dieser Reaktionsvorschriften erste Schritte in die eigenständige Entwicklung und Anwendung von Synthesevorschriften bis dato unbekannter Verbindungen zu unternehmen. Weiterhin werden praktische und theoretische Kenntnisse zur umfassenden Charakterisierung anorganisch-chemischer Verbindungen erworben und vertieft. Zur Verbesserung der eigenen didaktischen Fähigkeiten wird im begleitenden Seminar ein vorgegebenes Thema selbstständig recherchiert und im Rahmen eines Vortrages den Kommilitonen präsentiert.

**Inhalt****A Fortgeschrittenenvorlesung "Festkörperchemie"**

- Aufbau und Beschreibung dreidimensionaler periodischer Festkörper
- Röntgenbeugungstechniken und Symmetrieprinzipien
- Bändermodelle zur Beschreibung von Metallen und Legierungen
- Ionenkristalle und Gitterenergie
- Defektchemie und Defektgleichgewichte
- Synthese von Festkörpern
- Ideale und reale Festkörper und ihre Eigenschaften
- Spezielle analytische Charakterisierungsmethoden der Festkörperchemie
- Heterogene Gleichgewichte
- Struktur-Eigenschafts-Beziehungen
- Ausgewählte Festkörper mit besonderen Strukturmotiven und Eigenschaften

**B) Fortgeschrittenenvorlesung "Metallorganische Chemie"**

- Einleitung
- Ausgewählte Darstellungsmethoden von Organometallverbindungen
- Die Bindung in Übergangsmetallkomplexen.
- Metallcarbonyle.
- Metallcarbonylcluster.
- Komplexe mit  $\pi$ -Donor-Liganden.
- Carben (Alkyliden)-Komplexe.
- Carbin (Alkylidin)-Komplexe.
- Olefin-Komplexe.
- Alkin-Komplexe.
- Cyclopentadienyl-Komplexe.
- Aren-Komplexe.
- Sieben- und achteckige Ringe als Liganden.
- Lanthanoidverbindungen

**C) Fortgeschrittenenvorlesung "Chemie der Übergangsmetalle"**

Fortgeschrittene Kenntnisse der Koordinationschemie. Beschreibung der elektronischen Struktur von Koordinationsverbindungen mit Hilfe der Ligandenfeldtheorie bzw. MO-Theorie. Auswertung von elektronischen Spektren und die Grundlagen des molekularen Magnetismus.

- Allgemeine Konzepte und die Geschichte der Koordinationschemie
- Liganden
- Aufbau Koordinationsverbindungen. Geometrie/Symmetrie
- Bindungstheorien. VB-, Kristallfeld-, Ligandenfeld- und MO-Theorie.
- Elektronische Spektren. Übergänge, Auswahlregeln, Term Symbole. Orgel und Tanabe-Sugano Diagramme
- Molekularer Magnetismus
- Reaktionskinetik

**D) Fortgeschrittenenpraktikum "Anorganische Chemie für Masterstudierende der Studienvariante A und C" mit Seminar**

- Gefahren und Arbeitsschutz (Erstellen einer Betriebsanweisung)
- Fortgeschrittene Arbeitstechniken (Schlenktechnik)
- Synthesemethoden der Festkörperchemie; Darstellung von Festkörperpräparaten und Nanomaterialien
- Synthese metallorganischer Verbindungen der Hauptgruppenelemente, der Übergangsmetalle und der seltenen Erden
- Aufarbeitung und Destillation unter Schutzgasbedingungen
- Arbeiten mit Hochvakuumtechnik (bis 10<sup>-6</sup>mbar)
- Einsatz und Auswertung moderner Analysemethoden (IR, Raman, UV/VIS, NMR, Massenspektrometrie, Elektronenmikroskopie, Kristallstrukturanalyse, Mößbauer, EPR)
- Vortragsübung

- Schriftliche Darlegung der Synthese (Hauptprotokoll)
- Erweiterte Chemie der Hauptgruppenelemente, Borane, Edelgasverbindungen, Radikale und metastabile Verbindungen
- Erweiterte Konzepte der chemischen Bindung (Wade-Regeln, Mehrzentrenbindungen, CGMT-Modell)
- Konzepte der Festkörperchemie, z. B. Hume-Rothery, Laves- und Zintl-Phasen
- Synthesemethoden der Festkörperchemie, Magnetische und supraleitende Materialien
- Metallorganyle der Haupt- und Nebengruppen und deren Einsatz in der metallorganischen Chemie
- Metallorganische Cp, CO bzw. N<sub>2</sub>-Komplexverbindungen
- Aktivierung kleiner Moleküle, Grundlagen der metallorganischen Katalyse (homogen und heterogen)
- Metall-Cluster Verbindungen (Haupt- und Nebengruppen)
- Eigenschaften und Synthese von Lanthanoidkomplexen
- Interpretation und Auswertung von UV/VIS Spektren
- Grundlagen der Kristallstrukturanalyse
- Grundlagen der NMR-Spektroskopie von Heteroatomen (B, P, Si, usw.)
- Grundlagen der Mößbauerspektroskopie
- Grundlagen der Literaturrecherche unter Verwendung des SCI-Finder Programms

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der Modulabschlussprüfung.

### Arbeitsaufwand

A) Fortgeschrittenenvorlesung "Anorganische Chemie I: Festkörperchemie"

Präsenzzeit in der Vorlesung: 30 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 60 h

Summe: 90 h (3 LP)

B) Fortgeschrittenenvorlesung "Anorganische Chemie II: Metallorganische Chemie"

Präsenzzeit in der Vorlesung: 30 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 60 h

Summe: 90 h (3 LP)

C) Fortgeschrittenenvorlesung "Anorganische Chemie III: Chemie der Übergangsmetalle"

Präsenzzeit in der Vorlesung: 30 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 60 h

Summe: 90 h (3 LP)

D) Fortgeschrittenenpraktikum "Anorganische Chemie für Masterstudierende der Studienvariante A und C" mit Seminar

Präsenzzeit im Praktikum: 180 h

Präsenzzeit im Vorkurs und Seminar: 90 h

Vor- und Nachbereitung: 240 h

Summe: 510 h (17 LP)

Zusätzlich sind in das Modul die Schlüsselqualifikationen „IT-Kompetenz (Datenbankrecherchen)“, „Vortragstechniken“ und „Fachliche Sprachkompetenzen (Englisch)“ im Umfang von 3 Leistungspunkten (90 h) integriert.

Gesamtaufwand im Modul: 870 h (29 LP)

### Lehr- und Lernformen

A) Fortgeschrittenenvorlesung "Festkörperchemie" (2 SWS, 3 LP, Wahlpflicht, Sommersemester)

B) Fortgeschrittenenvorlesung "Metallorganische Chemie" (2 SWS, 3 LP, Wahlpflicht, Sommersemester)

C) Fortgeschrittenenvorlesung "Chemie der Übergangsmetalle" (2 SWS, 3 LP, Wahlpflicht, Wintersemester)

D) Fortgeschrittenenpraktikum "Anorganische Chemie für Masterstudierende der Studienvariante A und C" mit Seminar (17+2 SWS, 17 LP, Wahlpflicht, Sommer- und Wintersemester)

Folgende Leistungen sind zu erbringen:

- Erfolgskontrolle „Klausur zur Sicherheit im Labor“ (Studienleistung)
- Erfolgskontrolle „Vortrag“ (Studienleistung)
- Erfolgskontrolle „Präparate im Praktikum“ (Studienleistung)
- Erfolgskontrolle „Abschlussklausur zum Praktikum“ (Studienleistung)
- Modulabschlussprüfung (mündliche Prüfungsleistung)

**Literatur**

- Holleman, Wiberg (aktuelle Auflage): Lehrbuch der Anorganischen Chemie, de Gruyter Verlag.
- E. Riedel (aktuelle Auflage): Moderne Anorganische Chemie, de Gruyter Verlag.
- R. Steudel (aktuelle Auflage): Chemie der Nichtmetalle, de Gruyter Verlag.
- Huheey, Keiter (aktuelle Auflage): Anorganische Chemie, de Gruyter.
- Müller (aktuelle Auflage): Anorganische Strukturchemie, Teubner.
- West (aktuelle Auflage): Solid State Chemistry and its Applications, John Wiley & Sons.
- Elschenbroich (aktuelle Auflage), Organometallchemie, Wiley-VCH (E) oder Teubner (D).

## M

## 2.3 Modul: Anorganische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante B (B13-AC) [M-CHEMBIO-101805]

**Verantwortung:** Dr. Michael Gamer

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften

**Bestandteil von:** Studienvarianten / Studienvariante B (physikalisch/mathematisch) (Wahlpflichtmodule)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus         | Dauer      | Sprache | Level | Version |
|-----------------|--------------|----------------|------------|---------|-------|---------|
| 21              | Zehntelnoten | Jedes Semester | 2 Semester | Deutsch | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |  |       |  |
|---------------------|--|-------|--|
| T-CHEMBIO-103472    | Festkörperchemie (3 LP), Metallorganische Chemie (3 LP), Fortgeschrittenenpraktikum Anorganische Chemie - Studienvariante B (12 LP), Schlüsselqualifikationen (3 LP) | 21 LP |  |

### Erfolgskontrolle(n)

Die Erfolgskontrolle „Sicherheit im Labor“ (Klausur vor dem präparativen Teil, Studienleistung) ist Voraussetzung für die Erfolgskontrollen Vortrag und Präparate (Studienleistungen, wobei jeweils mindestens 50% der Literaturnutzung zu erreichen ist). Diese sind Voraussetzung zur Teilnahme an der Erfolgskontrolle "Abschlussklausur zum Praktikum" (Studienleistung); alle Leistungen müssen innerhalb eines Semesters absolviert werden. Eine nicht bestandene Abschlussklausur muss bei nächster Möglichkeit wiederholt werden.

Eine bestandene Abschlussklausur zum Praktikum ist Voraussetzung für die Modulabschlussprüfung (Prüfungsleistung mündlich, ca. 45 min).

Die Anmeldung zum Praktikum erfolgt über folgendes Portal: <http://www.chem-bio.kit.edu/447.php>. Die Anmeldung zur Klausur erfolgt schriftlich bei Herrn Maisch, R. 332, Geb. 30.45 (Termine dazu per Aushang und auf der Homepage des Instituts für Anorganische Chemie bzw. <http://www.chem-bio.kit.edu/375.php>). Die Klausur findet zeitnah nach Ende des praktischen Teils statt.

### Voraussetzungen

Bestandene Erfolgskontrollen sind Voraussetzung für die Teilnahme an der mündlichen Modulabschlussprüfung.

Ähnlich einer Mastervorzugsregelung kann das Modul bereits begonnen werden, wenn das Bachelorstudium noch nicht abgeschlossen ist. Für die Zulassung zum Fortgeschrittenenpraktikum „Anorganische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante B“ müssen alle Module aus den Veranstaltungen des Bachelor-Grundstudiums (gemäß SPO Bachelor Chemie, §20 Abs. 2) abgeschlossen sein und dies dem Praktikumsleiter zu Beginn des Praktikums verbindlich mitgeteilt werden.

Die Anmeldung zur Modulabschlussprüfung ist erst möglich, wenn das Bachelorstudium abgeschlossen ist.

Die Studienvariante muss dem Prüfungsausschussvorsitzenden zu Beginn des Masterstudiums angezeigt werden (SPO, §16).

In welchen Fällen im Masterstudiengang ein Modul „Anorganische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante B“ belegt werden kann/muss, ist in der Tabelle zu möglichen Fortgeschrittenen- und Wahlfachmodulen auf Seite 8 gezeigt. Wird im Masterstudium eine andere Studienvariante gewählt als im Bachelorstudium oder wurde das Bachelorstudium nicht am KIT durchgeführt, wird ein Beratungsgespräch beim Studiendekan (oder Prüfungsausschussvorsitzenden) vor Beginn der Moduls dringend empfohlen.

**Qualifikationsziele**

Die Studierenden besitzen ein fortgeschrittenes Verständnis der Anorganischen Chemie. Dieses umfasst die grundlegende Stoffchemie der Elemente sowie Kenntnisse über den Aufbau, die Darstellung und die Eigenschaften von chemischer Substanzen und Materialien. Mit der Kenntnis verschiedener Teilgebiete der Anorganischen Chemie, welche die Metallorganische Chemie, die Festkörperchemie und die Koordinationschemie umfasst, sind die Studierenden in der Lage, die Chemie der Elemente zu beschreiben und deren Reaktivität abzuschätzen. Mit der eigenständigen Durchführung von Synthesen können sie mit luft- und wasserempfindlichen, bzw. pyrophoren Gefahrstoffen umgehen. Sie können weiterhin moderne spektroskopische Methoden zur Analyse anwenden und können unter Schutzgas arbeiten.

**A) Fortgeschrittenenvorlesung "Festkörperchemie"**

Die Studierenden können die wichtigsten Kristallstrukturen von Metallen und Ionenverbindungen wiedergeben. Sie kennen die Grundlagen der festkörper-chemischen Synthese in Bezug auf Defektchemie und Diffusion im Festkörper. Die Studierenden können vertiefte Aspekte der Materialeigenschaften von Festkörper benennen und Struktur und Eigenschaften von Festkörpern korrelieren. Sie kennen moderne Methoden der Festkörpersynthese und der Festkörpercharakterisierung.

**B) Fortgeschrittenenvorlesung "Metallorganische Chemie"**

Die Studenten beherrschen die grundlegenden Synthesetechniken zur Darstellung von metallorganischen Verbindungen der Übergangsmetalle. Sie kennen die wichtigsten funktionellen Gruppen am Übergangsmetall. Die Synthese und die Reaktivität der entsprechenden Verbindungen werden beherrscht. Grundlegende Anwendung von metallorganischen Verbindungen der Übergangsmetalle, wie z.B. homogene industrielle Katalyse sind gut bekannt.

**C) Fortgeschrittenenpraktikum "Anorganische Chemie für Masterstudierende der Studienvariante A und C" mit Seminar**

Die Studierenden erweitern die in den Grundpraktika erlernten Arbeitstechniken in anorganisch-chemischen Laboratorien und vertiefen die damit zusammenhängenden Verhaltens- und Sicherheitsvorschriften, insbesondere im Umgang mit feuchtigkeits-, licht-, luft- und temperaturempfindlichen Chemikalien (Schlenktechnik). Die notwendigen Arbeitsschritte werden hierbei durch eine entsprechende Literaturrecherche selbstständig analysiert und kommen direkt nach der vorschriftsgemäßen Protokollierung nach GLP (Laborjournal, Arbeitsanweisung) im Labor zur praktischen Anwendung. Sie sind so in der Lage bekannte Verbindungen im Labormaßstab zu synthetisieren und anhand dieser Reaktionsvorschriften erste Schritte in die eigenständige Entwicklung und Anwendung von Synthesevorschriften bis dato unbekannter Verbindungen zu unternehmen. Weiterhin werden praktische und theoretische Kenntnisse zur umfassenden Charakterisierung anorganisch-chemischer Verbindungen erworben und vertieft. Zur Verbesserung der eigenen didaktischen Fähigkeiten wird im begleitenden Seminar ein vorgegebenes Thema selbstständig recherchiert und im Rahmen eines Vortrages den Kommilitonen präsentiert.

**Inhalt****A) Fortgeschrittenenvorlesung "Festkörperchemie"**

- Aufbau und Beschreibung dreidimensionaler periodischer Festkörper
- Röntgenbeugungstechniken und Symmetrieprinzipien
- Bändermodelle zur Beschreibung von Metallen und Legierungen
- Ionenkristalle und Gitterenergie
- Defektchemie und Defektgleichgewichte
- Synthese von Festkörpern
- Ideale und reale Festkörper und ihre Eigenschaften
- Spezielle analytische Charakterisierungsmethoden der Festkörperchemie
- Heterogene Gleichgewichte
- Struktur-Eigenschafts-Beziehungen
- Ausgewählte Festkörper mit besonderen Strukturmotiven und Eigenschaften

**B) Fortgeschrittenenvorlesung "Metallorganische Chemie"**

- Einleitung
- Ausgewählte Darstellungsmethoden von Organometallverbindungen
- Die Bindung in Übergangsmetallkomplexen.
- Metallcarbonyle.
- Metallcarbonylcluster.
- Komplexe mit #-Donor-Liganden.
- Carben (Alkyliden)-Komplexe.
- Carbin (Alkylidin)-Komplexe.
- Olefinkomplexe.
- Alkylkomplexe.
- Cyclopentadienylkomplexe.
- Arenkomplexe.
- Sieben- und achtegliedrige Ringe als Liganden.
- Lanthanoidverbindungen

**C) Fortgeschrittenenpraktikum "Anorganische Chemie für Masterstudierende der Studienvariante B" mit Seminar**

- Gefahren und Arbeitsschutz (Erstellen einer Betriebsanweisung)
- Fortgeschrittene Arbeitstechniken (Schlenktechnik)
- Synthesemethoden der Festkörperchemie; Darstellung von Festkörperpräparaten und Nanomaterialien
- Synthese metallorganischer Verbindungen der Hauptgruppenelemente, der Übergangsmetalle und der seltenen Erden
- Aufarbeitung und Destillation unter Schutzgasbedingungen
- Arbeiten mit Hochvakuumtechnik (bis 10<sup>-6</sup>mbar)
- Einsatz und Auswertung moderner Analysemethoden (IR, Raman, UV/VIS, NMR, Massenspektrometrie, Elektronenmikroskopie, Kristallstrukturanalyse, Mößbauer, EPR)
- Vortragsübung
- Schriftliche Darlegung der Synthese (Hauptprotokoll)
- Erweiterte Chemie der Hauptgruppenelemente, Borane, Edelgasverbindungen, Radikale und metastabile Verbindungen
- Erweiterte Konzepte der chemischen Bindung (Wade-Regeln, Mehrzentrenbindungen, CGMT-Modell)
- Konzepte der Festkörperchemie, z. B. Hume-Rothery, Laves- und Zintl-Phasen
- Synthesemethoden der Festkörperchemie, Magnetische und supraleitende Materialien
- Metallorganyle der Haupt- und Nebengruppen und deren Einsatz in der metallorganischen Chemie
- Metallorganische Cp, CO bzw. N<sub>2</sub>-Komplexverbindungen
- Aktivierung kleiner Moleküle, Grundlagen der metallorganischen Katalyse (homogen und heterogen)
- Metall-Cluster Verbindungen (Haupt- und Nebengruppen)
- Eigenschaften und Synthese von Lanthanoidkomplexen
- Interpretation und Auswertung von UV/VIS-Spektren
- Grundlagen der Kristallstrukturanalyse
- Grundlagen der NMR-Spektroskopie von Heteroatomen (B, P, Si usw.)

- Grundlagen der Mößbauerspektroskopie
- Grundlagen der Literaturrecherche unter Verwendung des SCI-Finder Programms

### Zusammensetzung der Modulnote

Die Modulnote ist die Note der Modulabschlussprüfung.

#### Arbeitsaufwand

A) Fortgeschrittenenvorlesung "Festkörperchemie"

Präsenzzeit in der Vorlesung: 30 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 60 h

Summe: 90 h (3 LP)

B) Fortgeschrittenenvorlesung "Metallorganische Chemie"

Präsenzzeit in der Vorlesung: 30 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 60 h

Summe: 90 h (3 LP)

C) Fortgeschrittenenpraktikum "Anorganische Chemie für Masterstudierende der Studienvariante B"

Präsenzzeit im Praktikum: 120 h

Präsenzzeit im Vorkurs und Seminar: 90 h

Vor- und Nachbereitung: 150 h

Summe: 360 h (12 LP)

Zusätzlich sind in das Modul die Schlüsselqualifikationen „IT-Kompetenz (Datenbankrecherchen)“, „Vortragstechniken“ und „Fachliche Sprachkompetenzen (Englisch)“ im Umfang von 3 Leistungspunkten (90 h) integriert.

Gesamtaufwand im Modul: 630 h (21 LP)

#### Lehr- und Lernformen

Das Modul besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

A) Fortgeschrittenenvorlesung "Festkörperchemie" (2 SWS, 3 LP, Wahlpflicht, Sommersemester)

B) Fortgeschrittenenvorlesung "Metallorganische Chemie" (2 SWS, 3 LP, Wahlpflicht, Sommersemester)

C) Fortgeschrittenenpraktikum "Anorganische Chemie für Masterstudierende der Studienvariante B" mit Seminar (12+2 SWS, 12 LP, Wahlpflicht, Sommer- und Wintersemester)

Folgende Leistungen sind zu erbringen:

- Erfolgskontrolle „Klausur zur Sicherheit im Labor“ (Studienleistung)
- Erfolgskontrolle „Vortrag“ (Studienleistung)
- Erfolgskontrolle „Präparate im Praktikum“ (Studienleistung)
- Erfolgskontrolle „Abschlussklausur zum Praktikum“ (Studienleistung)
- Modulabschlussprüfung (mündliche Prüfungsleistung)

#### Literatur

- Holleman, Wiberg (aktuelle Auflage): Lehrbuch der Anorganischen Chemie, de Gruyter Verlag.
- E. Riedel (aktuelle Auflage): Moderne Anorganische Chemie, de Gruyter Verlag.
- R. Steudel (aktuelle Auflage): Chemie der Nichtmetalle, de Gruyter Verlag.
- Huheey, Keiter (aktuelle Auflage): Anorganische Chemie, de Gruyter.
- Müller (aktuelle Auflage): Anorganische Strukturchemie, Teubner.
- West (aktuelle Auflage): Solid State Chemistry and its Applications, John Wiley & Sons.
- Elschenbroich (aktuelle Auflage), Organometallchemie, Wiley-VCH (E) oder Teubner (D).

## M

**2.4 Modul: Biochemie für Master-Studierende der Studienvariante A (A12-BC) [M-CHEMBIO-101792]**

**Verantwortung:** Dr. Birgid Langer  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften  
**Bestandteil von:** [Studienvarianten / Studienvariante A \(anorganisch/organisch\)](#)

|                              |                                   |                                 |                            |                           |                   |                     |
|------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------|---------------------|
| <b>Leistungspunkte</b><br>29 | <b>Notenskala</b><br>Zehntelnoten | <b>Turnus</b><br>Jedes Semester | <b>Dauer</b><br>2 Semester | <b>Sprache</b><br>Deutsch | <b>Level</b><br>4 | <b>Version</b><br>1 |
|------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------|---------------------|

| Pflichtbestandteile |  |       |  |
|---------------------|--|-------|--|
| T-CHEMBIO-103455    | Vorlesung Biochemie der Proteine und Lipide (3 LP), Biochemie der Kohlenhydrate und Nukleinsäuren (3 LP), Praktikum Biochemie (20 LP), Schlüsselqualifikationen (3 LP) | 29 LP |  |

**Erfolgskontrolle(n)**

Das Wahlfachmodul „Biochemie“ (A12-BC) schließt mit zwei schriftlichen Prüfungsleistungen ab.

2 Klausuren (je eine pro Vorlesung) mit jeweils 100 Punkten, aus denen eine Durchschnittsnote gebildet wird. Diese Note ist die Modulnote. Bearbeitungszeit 4 h (jeweils 2 h pro Klausur, am selben Vormittag).

Bei einer Gesamtpunktzahl von 100 Punkten ergibt sich folgender Notenschlüssel:

| Punktzahl  | Note   |
|------------|--------|
| 95,0-100,0 | 1,0    |
| 90,0- 94,5 | 1,3    |
| 85,0- 89,5 | 1,7    |
| 80,0- 84,5 | 2,0    |
| 75,0- 79,5 | 2,3    |
| 70,0- 74,5 | 2,7    |
| 65,0- 69,5 | 3,0    |
| 60,0- 64,5 | 3,3    |
| 55,0- 59,5 | 3,7    |
| 50,0- 54,5 | 4,0    |
| <50        | (n.b.) |

Die Ergebnisse der im Praktikum angefertigten Protokolle, die Präsentationen und die praktischen Leistungen gehen als Bonuspunkte (maximal 10 Punkte) in die Klausurnoten mit ein. Dadurch kann die Modulnote um maximal eine Notenstufe verbessert werden.

**Voraussetzungen**

Ein abgeschlossenes Praktikum in „Biochemie für Master-Studierende der Variante A“ ist Voraussetzung für die Anmeldung zur Klausur.

Die Studienvariante muss dem Prüfungsausschussvorsitzenden zu Beginn des Masterstudiums angezeigt werden (SPO, §16).

In welchen Fällen im Masterstudiengang ein Modul „Biochemie für Master-Studierende der Studienvariante(n) A“ belegt werden kann/muss, ist in der Tabelle zu möglichen Fortgeschrittenen- und Wahlfachmodulen auf Seite 8 gezeigt. Wird im Masterstudium eine andere Studienvariante gewählt als im Bachelorstudium oder wurde das Bachelorstudium nicht am KIT durchgeführt, wird ein Beratungsgespräch beim Studiendekan (oder Prüfungsausschussvorsitzenden) vor Beginn der Moduls dringend empfohlen.

**Qualifikationsziele**

Nach Abschluss des Moduls können die Studierenden ihre Fachkenntnisse und moderne Methoden der Biochemie auf einfache wissenschaftliche Fragestellungen anwenden.

**A) Wahlfachvorlesung „Einführung, und Biochemie der Proteine und Lipide“:**

In dieser Vorlesung können sich die Studenten ein breites Wissen über die Entstehung des Lebens, sowie über den Aufbau, die Struktur und die vielfältigen Funktionen von Proteinen und Lipiden aneignen. Sie wissen, wie Biomembranen zusammengesetzt sind und wie Signale und Stoffe durch diese hindurch transportiert werden. Sie können die in der physikalischen Chemie erworbenen Kenntnisse, wie Thermodynamik, Kinetik und Spektroskopie auf biologische Systeme übertragen.

**B) Wahlfachvorlesung „Biochemie der Kohlenhydrate und Nucleinsäuren“:**

In dieser Vorlesung erlangen die Studenten ein breites Wissen über die viel-seitigen Strukturen und Funktionen von Kohlenhydraten und Nucleinsäuren. Sie kennen die Strategien, wie eine Zelle Energie gewinnt, und sind mit den Stoffwechselwegen von Zuckern, Fetten und Aminosäuren vertraut. Sie haben ein Verständnis dafür entwickelt, wie Gene zur Produktion von Proteinen abgelesen werden und wie dieser Vorgang im Organismus aber auch im Labor geregelt und beeinflusst werden kann.

**C) Wahlfachpraktikum „Biochemie für Master-Studierende der Variante A“:**

Die Studenten können das in den Vorlesungen erworbenen Fach- und Methodenwissen während des Praktikums auf Fragestellungen zur Erforschung von Proteinen (Klonierung der Gene sowie Expression, Aufreinigung und Charakterisierung der Proteine) und der Charakterisierung von Enzymen (Enzymkinetik) anwenden. Sie sind in der Lage, die in den Versuchen gewonnenen Daten auszuwerten, zu interpretieren, und anschließend die Ergebnisse während des praktikumsbegleitenden Seminars unter Berücksichtigung der Fachliteratur in deutscher oder englischer Sprache zu präsentieren und kontrovers zu diskutieren.

**Inhalt****Vorlesung:****Biochemie der Proteine und Lipide**

- Aminosäuren: Aufbau und Eigenschaften
- Proteine: strukturelle Prinzipien, funktionelle Konsequenzen
- Charakterisierung: Masse, Sequenz, Struktur, Beispiel Hämoglobin
- Enzyme: Katalyse, Kofaktoren, Kinetik, Inhibitoren, Regulation
- Lipide: Aufbau und Eigenschaften
- Biomembranen: Zusammensetzung und Verhalten
- Membranproteine: Bauprinzip, Funktionen
- Transport durch Membranen: Poren, Kanäle, Transporter
- Signaltransduktion: Rezeptoren, Liganden, Kaskaden

**Vorlesung:****Biochemie der Kohlenhydrate**

- Entstehung des Lebens
- Biomoleküle und Zellen
- Wasser als Matrix
- Biophysikalische Grundlagen
- Kohlenhydrate: Strukturen und Aufbau
- Glykolyse und Zitratzyklus
- Atmungskette und Energiegewinnung
- Glukoneogenese und Pentosephosphatweg
- Stoffwechsel von Glykogen
- Stoffwechsel von Fettsäuren und Harnstoffzyklus

-

**Wahlfachpraktikum:****Biochemie für Master-Studierende der Variante A**

- Isolierung von Plasmiden; Restriktionsanalyse; Agarose Gelelektrophorese; Ligation; Herstellung kompetenter Zellen; Transformation und Selektion; Blau-Weiss-Screening; Mutagenese; PCR; Genbibliotheken
- 
- Prinzip der Trennung; Proteinexpression, Zellaufschluss; Säulenchromatographie; Bestimmung der Gesamtaktivität und spezifischen Aktivität
- 
- Native Gelelektrophorese; SDS-Gelelektrophorese; isoelektrische Fokussierung; Westernblot/Immunodetektion; Probenvorbereitung; Nachweis der Proteine

**Arbeitsaufwand**

## A) Wahlfachvorlesung

Präsenzzeit in der Vorlesung: 30 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Prüfungsvorbereitung: 60 h

Summe: 90 h (3 LP)

## B) Wahlfachvorlesung

Präsenzzeit in der Vorlesung: 30 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Prüfungsvorbereitung: 60 h

Summe: 90 h (3 LP)

## C) Wahlfachpraktikum „Biochemie für Master-Studierende der Variante A“

Präsenzzeit im Praktikum: 210 h

Vor- und Nachbereitung 100 h

Präsenzzeit im Seminar: 30 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Prüfungsvorbereitung: 260 h

Summe: 600 h (20 LP)

Zusätzlich sind in das Modul die Schlüsselqualifikationen „IT-Kompetenz (Datenbankrecherchen)“, „Vortragstechniken“ und „Fachliche Sprachkompetenzen (Englisch)“ im Umfang von 3 Leistungspunkten (90 h) integriert.

Gesamtaufwand im Modul: 870 h (29 LP)

**Lehr- und Lernformen**

Das Modul besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

A) Wahlfachvorlesung „Einführung, und Biochemie der Proteine und Lipide“: (2 SWS, 3 LP, WS)

B) Wahlfachvorlesung „Biochemie der Kohlenhydrate und Nukleinsäuren“: (2 SWS, 3 LP, SS)

C) Wahlfachpraktikum „Biochemie für Master-Studierende der Studienvariante A“ mit Seminar (18+2 SWS, 18+2 LP, SS)

Folgende Teilleistungen sind zu erbringen:

- Klausur zu A) (Prüfungsteilleistung)
- Klausur zu B) (Prüfungsteilleistung)
- Wahlfachpraktikum „Biochemie für Master-Studierende der Studienvariante A“ (Studienleistung)

**Literatur**

- *"Biochemie - Eine Einführung für Mediziner und Naturwissenschaftler"* / Müller-Esterl, 2018 (Spektrum Verlag)
- Skript mit Bildern aus Müller-Esterl (auf Biochemie-Homepage)
- *„Stryer Biochemie“* / Berg, ..., Streyer, 2018 (SpringerLink Verlag)
- *„Biochemie des Menschen“* / Horn, ..., Münster, 2012 (Thieme Verlag)
- *„Biologie Anatomie Physiologie“* / Nicole Menche, 2016 (Elsevier Verlag)

## M

**2.5 Modul: Modul Masterarbeit (M16) [M-CHEMBIO-101817]**

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften

**Bestandteil von:** Masterarbeit

**Leistungspunkte**  
30

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Jedes Semester

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Deutsch

**Level**  
4

**Version**  
2

| Pflichtbestandteile |              |       |
|---------------------|--------------|-------|
| T-CHEMBIO-103491    | Masterarbeit | 30 LP |

**Erfolgskontrolle(n)**

siehe SPO

Die Anmeldung zur Masterarbeit muss **spätestens 4 Wochen nach der letzten Prüfung** im Studierendensekretariat mit dem Anmeldeformular erfolgen (<http://www.chem-bio.kit.edu/474.php>).

**Voraussetzungen**

Alle anderen Module des Studiengangs müssen abgeschlossen sein.

**Qualifikationsziele**

Die Studierenden sind in der Lage, eine wissenschaftliche Fragestellung aus einem Fach der Chemie selbstständig und in begrenzter Zeit nach wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten.

**Inhalt**

Theoretische oder experimentelle Bearbeitung einer komplexen Problemstellung aus einem Teilbereich der Chemie mit wissenschaftlichen Methoden.

Der konkrete Inhalt ergibt sich aus der Themenstellung.

In Absprache mit der Betreuerin/dem Betreuer der Arbeit werden die Ergebnisse regelmäßig im Gruppenseminar vorgestellt und abschließend in einem Vortrag zur Diskussion gestellt.

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der Masterarbeit.

**Arbeitsaufwand**

Präsenzzeit zur Durchführung der Forschungstätigkeit: 700 h

Vor- und Nachbereitung inklusive Verfassung der schriftlichen Arbeit: 200 h

Gesamtaufwand im Modul: 900 h (30 LP)

**Lehr- und Lernformen**

Das Modul besteht aus der Masterarbeit (Prüfungsleistung, 30 LP, Pflicht).

**Literatur**

Wird selbstständig recherchiert und z.T. vom Betreuer benannt.

## M

**2.6 Modul: Organische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante A und C (AC13-OC) [M-CHEMBIO-101787]**

**Verantwortung:** Dr. Andreas Rapp  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften  
**Bestandteil von:** [Studienvarianten / Studienvariante A \(anorganisch/organisch\)](#)  
[Studienvarianten / Studienvariante C \(technisch/anwendungsorientiert\)](#)

|                              |                                   |                                 |                            |                           |                   |                     |
|------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------|---------------------|
| <b>Leistungspunkte</b><br>29 | <b>Notenskala</b><br>Zehntelnoten | <b>Turnus</b><br>Jedes Semester | <b>Dauer</b><br>2 Semester | <b>Sprache</b><br>Deutsch | <b>Level</b><br>4 | <b>Version</b><br>1 |
|------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------|---------------------|

| Pflichtbestandteile |  |       |  |
|---------------------|--|-------|--|
| T-CHEMBIO-103444    | Organische Chemie III (4 LP), Organische Chemie IV (4 LP), Spektroskopiekurs (4 LP), Fortgeschrittenenpraktikum Organische Chemie - Studienvariante A und C (14 LP), Schlüsselqualifikationen (3 LP) | 29 LP |  |

**Erfolgskontrolle(n)**

Klausur zur Vorlesung „Organische Chemie III“: Studienleistung, beliebig oft wiederholbar, Bearbeitungszeit 2 Stunden. Termine im Juli und Okt. Anmeldung erforderlich.

Klausur zur Vorlesung „Organische Chemie IV“: Studienleistung, beliebig oft wiederholbar, Bearbeitungszeit 2 Stunden. Termine im Februar und April. Anmeldung erforderlich.

Klausur zum Spektroskopiekurs: Studienleistung, beliebig oft wiederholbar, Bearbeitungszeit 1,5 Stunden. Termine im Februar, April, Juli und Oktober. Anmeldung erforderlich.

Fortgeschrittenenpraktikum "Organische Chemie für Bachelor-Studierende der Studienvariante A": Studienleistung, die Versuche müssen erfolgreich durchgeführt werden. Anmeldung erforderlich.

Seminar zum Fortgeschrittenenpraktikum: Jede(r) Studierende muss einen Vortrag zu einem Organisch-Chemischen Thema halten (Studienleistung). Anmeldung zum Seminar erforderlich.

Modulabschlussprüfung: mündliche Prüfungsleistung, ca. 45 min. Prüfungszeiträume: siehe Homepage des Instituts für Organische Chemie ([www.ioc.kit.edu](http://www.ioc.kit.edu)).

Für Klausuren, Praktikum, Seminar und Modulabschlussprüfung ist eine Anmeldung erforderlich. Details zur Anmeldung, Klausurtermine und weitere Informationen: siehe Homepage des Instituts für Organische Chemie ([www.ioc.kit.edu](http://www.ioc.kit.edu)).

**Voraussetzungen**

Bestandene Klausuren zu „Organische Chemie III“, „Organische Chemie IV“, und zum Spektroskopiekurs, ein bestandenes Fortgeschrittenenpraktikum "Organische Chemie für Master-Studierende der Studienvarianten A und C" sowie das absolvierte Seminar zum Praktikum sind Voraussetzung für die Anmeldung zur Modulabschlussprüfung.

Ähnlich einer Mastervorzugsregelung kann das Modul bereits begonnen werden, wenn das Bachelorstudium noch nicht abgeschlossen ist. Für die Zulassung zum Fortgeschrittenenpraktikum "Organische Chemie für Master-Studierende der Studienvarianten A und C" müssen alle Module aus den Veranstaltungen des Bachelor-Grundstudiums (gemäß SPO Bachelor Chemie, §20 Abs. 2) abgeschlossen sein.

Die Anmeldung zur Modulabschlussprüfung ist erst möglich, wenn das Bachelorstudium abgeschlossen ist.

Die Studienvariante muss dem Prüfungsausschussvorsitzenden zu Beginn des Masterstudiums angezeigt werden (SPO, §16).

In welchen Fällen im Masterstudiengang ein Modul „Organische Chemie für Master-Studierende der Studienvarianten A und C“ belegt werden kann/muss, ist in der Tabelle zu möglichen Fortgeschrittenen- und Wahlfachmodulen im Modulhandbuch gezeigt. Wird im Masterstudium eine andere Studienvariante gewählt als im Bachelorstudium oder wurde das Bachelorstudium nicht am KIT durchgeführt, ist zu Beginn des Masterstudiums ein Beratungs- und Abstimmungsgespräch mit dem Studiendekan obligatorisch.

### **Qualifikationsziele**

Die Studierenden haben eine breite Kenntnis fortgeschrittener Aspekte der organischen Chemie, u.a. der metallorganischen Chemie, der stereoselektiven Synthese, der Syntheseplanung; sie kennen selektive Reagenzien und Synthesemethoden. Sie kennen das Konzept der Aromatizität, kennen Bindungsmodelle und können pericyclische Reaktionen erkennen und klassifizieren. Sie können bekannte und unbekannte Reaktionen klassifizieren, beurteilen und können auch komplexe, vielstufige Synthesen nachvollziehen und verstehen. Sie können die Reaktivität und die Eigenschaften von polyfunktionalen Verbindungen beurteilen und können geeignete Methoden für deren Umsetzung aus dem Gedächtnis und aus der Literatur identifizieren.

Sie können sich in fortgeschrittene Themen einarbeiten und die wichtigsten Inhalte in einem Vortrag präsentieren.

Sie haben eine breite Erfahrung in der Durchführung aller Standardarbeitsmethoden im Labor. Sie können Versuchsvorschriften aus der Literatur mit Unterstützung von Datenbanken auffinden und können diese bewerten und nachvollziehen. Sie können die entsprechenden Versuche (auch mehrstufige Synthesen) eigenständig planen, sicher durchführen und deren Verlauf beschreiben und können die synthetisierten Verbindungen mit den gängigen spektroskopischen Methoden charakterisieren.

Sie kennen die wichtigsten analytischen Methoden und können chemische Verbindungen aus den vorliegenden spektroskopischen Daten identifizieren.

### **Spektroskopiekurs:**

Die Studierenden können die theoretischen Grundlagen aller in der Organischen Chemie relevanten Analysemethoden erklären, vor allem aber können sie diese praktisch anwenden. Sie können Spektren auswerten und beschreiben und sind in der Lage, unbekannte Verbindungen durch kombinierte Auswertung aller verfügbaren analytischen Daten zu identifizieren.

### **OC III:**

Die Studierenden können auch vertiefte Aspekte zu Aromaten, cyclischen Verbindungen und pericyclischen Reaktionen benennen, können die physikalischen Grundlagen hierzu erklären und können das Erlernte auf unbekannte Verbindungen und Reaktionstypen anwenden. Sie können Anwendungen in anderen Bereichen der Chemie und in den angrenzenden Wissenschaften benennen.

### **OC IV:**

Die Studierenden können auch vertiefte Aspekte zu metallorganischen Verbindungen und Reaktionen, zu metall- und organokatalysierten Reaktionen, zu enantio- und diastereoselektiven Reaktionen und zu chemischen Transformationen unter Nutzung von modernen und/oder komplexen Reagenzien bzw. Methoden benennen. Sie können das Erlernte auch auf hochfunktionalisierte Verbindungen anwenden, können Totalsynthesen komplexer Verbindungen nachvollziehen und haben die Fähigkeit, einfache Totalsynthesen zu planen.

### **Fortgeschrittenenpraktikum:**

Die Studierenden können Synthesen aus der Literatur anpassen, planen, durchführen und beschreiben und können die Reinheit und Identität der gebildeten Verbindungen durch Auswertung von analytischen Daten feststellen. Sie beherrschen auch fortgeschrittene Operationen im Labor und können angeben, wann diese jeweils vorteilhaft anzuwenden sind.

### **Inhalt**

#### **A) Fortgeschrittenenvorlesung "Organische Chemie III"**

MO-Theorie, Aromatische, nicht-aromatische und antiaromatische Moleküle, aromatische Ionen, Annulene, benzoide polycyclische Aromaten, Hantzsch-Widman-Nomenklatur der Heterocyclen, Heteroalicyclen, Grenzorbitale, Woodward-Hoffmann-Regeln, Diels-Alder-Reaktionen, 1,3-dipolare Cycloadditionen, cheletrope Reaktionen, sigmatrope Umlagerungen, En-Reaktionen, electrocyclic Reaktionen.

#### **B) Fortgeschrittenenvorlesung "Organische Chemie IV"**

Chemie der Enolate, 1,2- und 1,4-Additionen an Carbonyle, Funktionalisierungen von Doppelbindungen, Olefinierungen, Kreuzkupplungen, Oxidationen / Reduktionen, stereoelektronische Effekte, Baldwin-Regeln, Borchemie, Übergangsmetallchemie, Peptidchemie.

#### **C) Spektroskopiekurs**

NMR-Spektroskopie, IR-Spektroskopie, UV/Vis-Spektroskopie, Massenspektrometrie.

#### **D) Fortgeschrittenenpraktikum "Organische Chemie für Master-Studierende der Studienvarianten A und C" mit Seminar**

Planung und Durchführung von Synthesen aus dem gesamten Bereich der Organischen Chemie, Reaktionskontrolle und -protokollierung, Aufarbeitung und Aufreinigung, Charakterisierung der Produkte, Literaturrecherche, Sicherheit im Labor.

### **Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der Modulabschlussprüfung.

### **Arbeitsaufwand**

A) Fortgeschrittenenvorlesung "Organische Chemie III"

Präsenzzeit in der Vorlesung: 45 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Klausur: 75 h

Summe: 120 h (4 LP)

B) Fortgeschrittenenvorlesung "Organische Chemie IV"

Präsenzzeit in der Vorlesung: 45 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Klausur: 75 h

Summe: 120 h (4 LP)

C) Spektroskopiekurs

Präsenzzeit in der Vorlesung: 60 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Klausur: 60 h

Summe: 120 h (4 LP)

D) Fortgeschrittenenpraktikum "Organische Chemie für Master-Studierende der Studienvarianten A und C"

Präsenzzeit im Praktikum: 300 h

Präsenzzeit im Seminar: 30 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 90 h

Summe: 420 h (14 LP)

Zusätzlich sind in das Modul die Schlüsselqualifikationen „IT-Kompetenz (Datenbankrecherchen)“, „Vortragstechniken“ und „Fachliche Sprachkompetenzen (Englisch)“ im Umfang von 3 Leistungspunkten (90 h) integriert.

### **Lehr- und Lernformen**

Das Modul besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

A) Fortgeschrittenenvorlesung "Organische Chemie III" (3 SWS, 4 LP, Wahlpflicht, SS)

B) Fortgeschrittenenvorlesung "Organische Chemie IV" (3 SWS, 4 LP, Wahlpflicht, WS )

C) Spektroskopiekurs (4 SWS, 4 LP, Wahlpflicht, jedes Semester)

D) Fortgeschrittenenpraktikum "Organische Chemie für Master-Studierende der Studienvarianten A und C" mit Seminar (17+2 SWS, 14 LP, Wahlpflicht, jedes Semester)

Folgende Leistungen sind zu erbringen:

- Klausur zu A) (Studienleistung)
- Klausur zu B) (Studienleistung)
- Klausur zu C) (Studienleistung)
- Fortgeschrittenenpraktikum "Organische Chemie für Master-Studierende der Studienvarianten A und C" (Studienleistung)
- Vortrag im Seminar zum Fortgeschrittenenpraktikum (Studienleistung)
- Modulabschlussprüfung (mündliche Prüfungsleistung)

**Literatur**  
**OCIII/OCIV**

- Brückner, Reaktionsmechanismen – Organische Reaktionen, Stereochemie, moderne Synthesemethoden, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 1996.
- Ian Fleming, Molekülorbitale und Reaktionen organischer Verbindungen, VCH, Weinheim 2012
- Carey, Sundberg, Organische Chemie – Ein weiterführendes Lehrbuch, VCH, Weinheim 1995.
- Nicolaou, Sorensen, Classics in Total Synthesis, VCH, Weinheim, 1996.
- Eicher, Hauptmann, Chemie der Heterocyclen, Thieme, Stuttgart 1994.

**Praktikum**

- L. F. Tietze, Th. Eicher, Reaktionen und Synthesen im organisch-chemischen Praktikum und Forschungslaboratorium, Thieme-Verlag, Stuttgart, 1991.
- R. Brückner, Reaktionsmechanismen, 2nd ed., Spektrum Akad.-Verl., 2004.
- B. Furnis, A. Hannaford, Vogel's textbook of practical organic chemistry, 5th ed., Prentice Hall, 1989.
- Clayden, Greeves, Warren & Wothers, Organic Chemistry, Oxford University Press, 2001.

**Spektroskopiekurs**

- Skript, Datensammlungen, Übungen.
- M. Hesse, H. Meier, B. Zeeh, Spectroscopic Methods in Organic Chemistry; Thieme: Stuttgart, verschiedene Auflagen.

## M

## 2.7 Modul: Organische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante B (B13-OC) [M-CHEMBIO-101806]

**Verantwortung:** Dr. Andreas Rapp

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften

**Bestandteil von:** [Studienvarianten / Studienvariante B \(physikalisch/mathematisch\) \(Wahlpflichtmodule\)](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus         | Dauer      | Sprache | Level | Version |
|-----------------|--------------|----------------|------------|---------|-------|---------|
| 21              | Zehntelnoten | Jedes Semester | 2 Semester | Deutsch | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |   |       |  |
|---------------------|---|-------|--|
| T-CHEMBIO-103473    | Organische Chemie III (4 LP), Spektroskopiekurs (4 LP), Fortgeschrittenenpraktikum Organische Chemie - Studienvariante B (10 LP), Schlüsselqualifikationen (3 LP) | 21 LP |  |

### Erfolgskontrolle(n)

Klausur zur Vorlesung „Organische Chemie III“: Studienleistung, beliebig oft wiederholbar, Bearbeitungszeit 2 Stunden. Termine im Juli und Okt. Anmeldung erforderlich.

Klausur zur Vorlesung „Organische Chemie IV“: Studienleistung, beliebig oft wiederholbar, Bearbeitungszeit 2 Stunden. Termine im Februar und April. Anmeldung erforderlich.

Klausur zum Spektroskopiekurs: Studienleistung, beliebig oft wiederholbar, Bearbeitungszeit 1,5 Stunden. Termine im Februar, April, Juli und Oktober. Anmeldung erforderlich.

Fortgeschrittenenpraktikum "Organische Chemie für Bachelor-Studierende der Studienvariante A": Studienleistung, die Versuche müssen erfolgreich durchgeführt werden. Anmeldung erforderlich.

Seminar zum Fortgeschrittenenpraktikum: Jede(r) Studierende muss einen Vortrag zu einem Organisch-Chemischen Thema halten (Studienleistung). Anmeldung zum Seminar erforderlich.

Modulabschlussprüfung: mündliche Prüfungsleistung, ca. 45 min. Prüfungszeiträume: siehe Homepage des Instituts für Organische Chemie ([www.ioc.kit.edu](http://www.ioc.kit.edu)).

Für Klausuren, Praktikum, Seminar und Modulabschlussprüfung ist eine Anmeldung erforderlich. Details zur Anmeldung, Klausurtermine und weitere Informationen: siehe Homepage des Instituts für Organische Chemie ([www.ioc.kit.edu](http://www.ioc.kit.edu)).

### Voraussetzungen

Bestandene Klausuren zu „Organische Chemie III“ und zum Spektroskopiekurs, ein bestandenes Fortgeschrittenenpraktikum "Organische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante B" sowie das absolvierte Seminar zum Praktikum sind Voraussetzung für die Anmeldung zur Modulabschlussprüfung.

Ähnlich einer Mastervorzugsregelung kann das Modul bereits begonnen werden, wenn das Bachelorstudium noch nicht abgeschlossen ist. Für die Zulassung zum Fortgeschrittenenpraktikum "Organische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante B" müssen alle Module aus den Veranstaltungen des Bachelor-Grundstudiums (gemäß SPO Bachelor Chemie, §20 Abs. 2) abgeschlossen sein.

Die Anmeldung zur Modulabschlussprüfung ist erst möglich, wenn das Bachelorstudium abgeschlossen ist.

Die Studienvariante muss dem Prüfungsausschussvorsitzenden zu Beginn des Masterstudiums angezeigt werden (SPO, §16).

In welchen Fällen im Masterstudiengang ein Modul „Organische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante B“ belegt werden kann/muss, ist in der Tabelle zu möglichen Fortgeschrittenen- und Wahlfachmodulen auf Seite 8 gezeigt. Wird im Masterstudium eine andere Studienvariante gewählt als im Bachelorstudium oder wurde das Bachelorstudium nicht am KIT durchgeführt, wird ein Beratungsgespräch beim Studiendekan (oder Prüfungsausschussvorsitzenden) vor Beginn der Moduls dringend empfohlen.

**Qualifikationsziele**

Die Studierenden haben Kenntnisse fortgeschrittener Aspekte der organischen Chemie. Sie können bekannte und unbekannte Reaktionen klassifizieren, beurteilen und können auch komplexe, vielstufige Synthesen nachvollziehen und verstehen. Sie können die Reaktivität und die Eigenschaften von polyfunktionalen Verbindungen beurteilen und können geeignete Methoden für deren Umsetzung aus dem Gedächtnis und aus der Literatur identifizieren

Sie können sich in fortgeschrittene Themen einarbeiten und die wichtigsten Inhalte in einem Vortrag präsentieren.

Sie haben eine breite Erfahrung in der Durchführung aller Standardarbeitsmethoden im Labor. Sie können Versuchsvorschriften aus der Literatur mit Unterstützung von Datenbanken auffinden und können diese bewerten und nachvollziehen. Sie können die entsprechenden Versuche (auch mehrstufige Synthesen) eigenständig planen, sicher durchführen und deren Verlauf beschreiben und können die synthetisierten Verbindungen charakterisieren.

Sie kennen die wichtigsten analytischen Methoden und können chemische Verbindungen aus den vorliegenden spektroskopischen Daten identifizieren.

**Spektroskopiekurs:**

Die Studierenden können die theoretischen Grundlagen aller in der Organischen Chemie relevanten Analysemethoden erklären, vor allem aber können sie diese praktisch anwenden. Sie können Spektren auswerten und beschreiben und sind in der Lage, unbekannte Verbindungen durch kombinierte Auswertung aller verfügbaren analytischen Daten zu identifizieren.

**OC III:**

Die Studierenden können auch vertiefte Aspekte zu Aromaten, cyclischen Verbindungen und pericyclischen Reaktionen benennen, können die physikalischen Grundlagen hierzu erklären und können das Erlernete auf unbekannte Verbindungen und Reaktionstypen anwenden. Sie können Anwendungen in anderen Bereichen der Chemie und in den angrenzenden Wissenschaften benennen.

**Fortgeschrittenenpraktikum:**

Die Studierenden können Synthesen aus der Literatur anpassen, planen, durchführen und beschreiben und können die Reinheit und Identität der gebildeten Verbindungen durch Auswertung von analytischen Daten feststellen. Sie beherrschen auch fortgeschrittene Operationen im Labor und können angeben, wann diese jeweils vorteilhaft anzuwenden sind.

**Inhalt****A) Fortgeschrittenenvorlesung "Organische Chemie III"**

MO-Theorie, Aromatische, nicht-aromatische und antiaromatische Moleküle, aromatische Ionen, Annulene, benzoide polycyclische Aromaten, Hantzsch-Widman-Nomenklatur der Heterocyclen, Heteroalicyclen, Grenzorbitale, Woodward-Hoffmann-Regeln, Diels-Alder-Reaktionen, 1,3-dipolare Cycloadditionen, chelotrope Reaktionen, sigmatrope Umlagerungen, En-Reaktionen, elektrocyclische Reaktionen.

**B) Spektroskopiekurs**

NMR-Spektroskopie, IR-Spektroskopie, UV/Vis-Spektroskopie, Massenspektrometrie.

**C) Fortgeschrittenenpraktikum "Organische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante B" mit Seminar**

Planung und Durchführung von Synthesen aus dem gesamten Bereich der Organischen Chemie, Reaktionskontrolle und -protokollierung, Aufarbeitung und Aufreinigung, Charakterisierung der Produkte, Literaturrecherche, Sicherheit im Labor

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der Modulabschlussprüfung.

**Arbeitsaufwand**

A) Fortgeschrittenenvorlesung "Organische Chemie III"

Präsenzzeit in der Vorlesung: 45 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Klausur: 75 h

Summe: 120 h (4 LP)

B) Spektroskopiekurs

Präsenzzeit in der Vorlesung: 60 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Klausur: 60 h

Summe: 120 h (4 LP)

C) Fortgeschrittenenpraktikum "Organische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante B"

Präsenzzeit im Praktikum: 200 h

Präsenzzeit im Seminar: 30 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 70 h

Summe: 300 h (10 LP)

Zusätzlich sind in das Modul die Schlüsselqualifikationen „IT-Kompetenz (Datenbankrecherchen)“, „Vortragstechniken“ und „Fachliche Sprachkompetenzen (Englisch)“ im Umfang von 3 Leistungspunkten (90 h) integriert.

Gesamtaufwand im Modul: 630 h (21 LP)

**Lehr- und Lernformen****OCIII**

- Brückner, Reaktionsmechanismen – Organische Reaktionen, Stereochemie, moderne Synthesemethoden, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 1996.
- Ian Fleming, Molekülorbitale und Reaktionen organischer Verbindungen, VCH, Weinheim 2012
- Carey, Sundberg, Organische Chemie – Ein weiterführendes Lehrbuch, VCH, Weinheim 1995.
- Eicher, Hauptmann, Chemie der Heterocyclen, Thieme, Stuttgart 1994.

**Spektroskopiekurs**

- Skript, Datensammlungen, Übungen.
- M. Hesse, H. Meier, B. Zeeh, Spectroscopic Methods in Organic Chemistry; Thieme: Stuttgart, verschiedene Auflagen.

**Praktikum**

- L. F. Tietze, Th. Eicher, Reaktionen und Synthesen im organisch-chemischen Praktikum und Forschungslaboratorium, Thieme-Verlag, Stuttgart, 1991.
- R. Brückner, Reaktionsmechanismen, 2nd ed., Spektrum Akad.-Verl., 2004.
- B. Furnis, A. Hannaford, Vogel's textbook of practical organic chemistry, 5th ed., Prentice Hall, 1989.
- Clayden, Greeves, Warren & Wothers, Organic Chemistry, Oxford University Press, 2001.

**Literatur****OCIII**

- Brückner, Reaktionsmechanismen – Organische Reaktionen, Stereochemie, moderne Synthesemethoden, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 1996.
- Ian Fleming, Molekülorbitale und Reaktionen organischer Verbindungen, VCH, Weinheim 2012
- Carey, Sundberg, Organische Chemie – Ein weiterführendes Lehrbuch, VCH, Weinheim 1995.
- Eicher, Hauptmann, Chemie der Heterocyclen, Thieme, Stuttgart 1994.

**Spektroskopiekurs**

- Skript, Datensammlungen, Übungen.
- M. Hesse, H. Meier, B. Zeeh, Spectroscopic Methods in Organic Chemistry; Thieme: Stuttgart, verschiedene Auflagen.

**Praktikum**

- L. F. Tietze, Th. Eicher, Reaktionen und Synthesen im organisch-chemischen Praktikum und Forschungslaboratorium, Thieme-Verlag, Stuttgart, 1991.
- R. Brückner, Reaktionsmechanismen, 2nd ed., Spektrum Akad.-Verl., 2004.
- B. Furnis, A. Hannaford, Vogel's textbook of practical organic chemistry, 5th ed., Prentice Hall, 1989.
- Clayden, Greeves, Warren & Wothers, Organic Chemistry, Oxford University Press, 2001.

## M

**2.8 Modul: Physikalische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante A und C (AC13-PC) [M-CHEMBIO-101788]****Verantwortung:** PD Dr. Detlef Nattland**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften**Bestandteil von:** [Studienvarianten / Studienvariante A \(anorganisch/organisch\)](#)  
[Studienvarianten / Studienvariante C \(technisch/anwendungsorientiert\)](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus         | Dauer      | Sprache | Level | Version |
|-----------------|--------------|----------------|------------|---------|-------|---------|
| 29              | Zehntelnoten | Jedes Semester | 2 Semester | Deutsch | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |   |       |  |
|---------------------|---|-------|--|
| T-CHEMBIO-103450    | 2 Wahlpflichtvorlesungen Physikalische Chemie (zusammen 9 LP), Fortgeschrittenenpraktikum Physikalische Chemie - Studienvariante A und C (17 LP), Schlüsselqualifikationen (3 LP) | 29 LP |  |

**Erfolgskontrolle(n)**

Klausuren zu den Wahlpflichtvorlesungen; Studienleistungen, beliebig oft wiederholbar; Termine: nach der Vorlesungszeit und vor Beginn der nächsten Vorlesungszeit; Anmeldung erforderlich.

Physikalisch-Chemisches Fortgeschrittenenpraktikum; Studienleistung; jedes Semester in der ersten Hälfte der Vorlesungszeit; Die Versuche müssen erfolgreich durchgeführt werden; Anmeldung erforderlich.

Vortragsseminar zum Physikalisch-Chemischen Fortgeschrittenenpraktikums; Studienleistung; jedes Semester in der ersten Hälfte der Vorlesungszeit; Anmeldung erfolgt durch die Praktikumsanmeldung (s.o.)

Modulabschlussprüfung (MAP): mündliche Prüfungsleistung, Dauer ca. 45 min. Anmeldung erforderlich

Für die Klausuren, das Praktikum mit Vortragsseminar sowie für die Modulabschlussprüfungen sind Anmeldungen erforderlich. Näheres hierzu siehe: <http://www.chem-bio.kit.edu/375.php>

**Voraussetzungen**

Eine bestandene Klausur (Studienleistung) zu einer der Vorlesungen ist Voraussetzung für die Teilnahme am Praktikum. Derzeit können das die Physikalische Chemie III oder Wahlpflichtvorlesungen sein:

- Reaktionskinetik
- Molekülspektroskopie
- Statistische und Chemische Thermodynamik
- Theorie der Chemischen Bindung
- Elektrochemie
- Physikalische Chemie der Grenzflächen
- Physikalische Chemie der Festkörper
- Modellierung der Struktur und Dynamik von Biomolekülen
- Angewandte Quantenchemie

Oder:

Statt eines Scheins aus einer der oben angeführten Wahlpflichtvorlesungen können als Zugangsvoraussetzungen zur Teilnahme am PC-F-Praktikum im Masterstudiengang auch **beide Scheine zur PC1 und PC2-Vorlesung** vorgelegt werden.

Kenntnisse aus der Einführung in die Physikalische Chemie III, aus einer weiteren Wahlpflichtvorlesung, sowie das bestandene Physikalische Chemische Fortgeschrittenenpraktikum sind Voraussetzung für die Anmeldung zur Modulabschlussprüfung.

Ähnlich einer Mastervorzugsregelung kann das Modul bereits begonnen werden, wenn das Bachelorstudium noch nicht abgeschlossen ist. Für die Zulassung zum Fortgeschrittenenpraktikum "Physikalische Chemie für Master-Studierende der Studienvarianten A und C" müssen alle Module aus den Veranstaltungen des Bachelor-Grundstudiums (gemäß SPO Bachelor Chemie, §20 Abs. 2) abgeschlossen sein.

Die Anmeldung zur Modulabschlussprüfung ist erst möglich, wenn das Bachelorstudium abgeschlossen ist.

Die Studienvariante muss dem Prüfungsausschussvorsitzenden zu Beginn des Masterstudiums angezeigt werden (SPO, §16).

In welchen Fällen im Masterstudiengang ein Modul „Physikalische Chemie für Master-Studierende der Studienvarianten A und C“ belegt werden kann/muss, ist in der Tabelle zu möglichen Fortgeschrittenen- und Wahlfachmodulen auf Seite 8 gezeigt. Wird im Masterstudium eine andere Studienvariante gewählt als im Bachelorstudium oder wurde das Bachelorstudium nicht am KIT durchgeführt, wird ein Beratungsgespräch beim Studiendekan (oder Prüfungsausschussvorsitzenden) vor Beginn der Moduls dringend empfohlen.

**Qualifikationsziele****Vorlesung Einführung in die Physikalische Chemie III**

Die Studierenden kennen quantenchemische Methoden zur theoretischen Beschreibung von Vielelektronenproblemen und chemischer Bindung mehratomiger Moleküle. Sie kennen spektroskopische Verfahren zur Untersuchung von mehratomigen Molekülen und deren Anwendung um Moleküleigenschaften experimentell zu bestimmen.

Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der statistischen Thermodynamik und können diese anwenden – insbesondere auch zur Beschreibung von Reaktionsgleichgewichten und zur Berechnung von Reaktionsgeschwindigkeiten. Sie verstehen den Zusammenhang zwischen der thermodynamischen und statistisch-mechanischen Beschreibung, und wissen, wie sich Entropie, Energie und Temperatur mikroskopisch manifestieren.

**Vorlesung "Elektrochemie"**

Studenten erwerben einen Überblick über Eigenschaften ionischer Lösungen und chemische Reaktionen an Elektroden. Neben meist im Rahmen der klassischen Thermodynamik formulierten Grundlagen sollen auch moderne mikroskopische Vorstellungen über Elektrodenprozesse entwickelt werden.

**Vorlesung "Molekülspektroskopie"**

Die Studierenden erhalten einen vertieften Überblick in spektroskopische Methoden sowie in entsprechende theoretische Grundlagen, z.B. zeitabhängige Schrödingergleichung und Störungsrechnung. Darüber hinaus werden ihnen experimentelle Realisierungen spektroskopischer Experimente vorgestellt, so dass sie diese selbstständig konzipieren, die Entstehung der Spektren sowie die zugrunde liegenden Prinzipien, wie

z.B. Auswahlregeln, im Rahmen einer quantenmechanischen Beschreibung verstehen und in allen Bereichen der Chemie zur Charakterisierung von

Molekülen einsetzen können.

**Vorlesung "Physikalische Chemie der Grenzflächen"**

Die Studierenden erhalten einen vertieften Überblick in die Beschreibung von Grenzflächeneigenschaften, ihre experimentelle Aufklärung und theoretische Interpretation.

**Vorlesung "Reaktionskinetik"**

Die Studierenden vertiefen grundlegende Kenntnisse in der Reaktionskinetik und werden an moderne Aspekte reaktionskinetischer Forschung und Praxis herangeführt. Sie sind in der Lage, Zusammenhänge zwischen Mechanismen von Elementar- und Bruttoreaktionen und den daraus folgenden beobachtbaren kinetischen Größen herzustellen.

**Vorlesung "Statistische und Chemische Thermodynamik"**

Die Studierenden erhalten einen vertieften Einblick in die chemische Thermodynamik. Im Rahmen der statistischen Thermodynamik können die Studierenden die mikroskopischen Eigenschaften der Materie unter Zuhilfenahme der Quantenmechanik mit den makroskopischen Eigenschaften in Verbindung bringen.

**Vorlesung "Theorie der chemischen Bindung"**

Erwerb der Fähigkeit zur Diskussion von Bindungsverhältnissen in Molekülen.

**Vorlesung " Moleküldynamik-Simulationen"**

Die Studierenden erhalten eine Einführung in die Methoden der Moleküldynamiksimulationen. Sie sollen verstehen, wie die physikalischen Grundlagen der Newtonschen Mechanik, Elektrostatik und Statistischen Thermodynamik auf die Modellierung von Molekülen und die Berechnung ihrer Eigenschaften angewandt werden können. In praktischen Übungen sollen sie ein Programmpaket erlernen und dieses Wissen an ausgewählten Beispielen anwenden.

**Vorlesung „Angewandte Quantenchemie“**

Erwerb von Kenntnissen für die praktische Durchführung quantenchemischer Berechnungen am Computer.

**Vorlesung „Physikalische Chemie der Festkörper“**

Die Studierenden erhalten einen vertieften Einblick in die Beschreibung von Festkörpern. Sie können sie in Hinblick auf thermodynamische Aspekte, Transporterscheinungen, optische und elektronische Eigenschaften interpretieren und einordnen.

**Physikalisch Chemisches Fortgeschrittenenpraktikum**

Die Studierenden beherrschen

- Fortgeschrittene physikochemische Messtechnik
- Fortgeschrittene Auswertung und Beurteilung von in Experimenten oder Simulationsrechnungen gewonnenen Daten

- Die Studierenden vertiefen und intensivieren ihre Kenntnisse auf speziellen Themengebieten der Fortgeschrittenenvorlesungen.

Im Rahmen des Seminars zum Praktikum können sie sich selbständig in ein spezielles Themengebiet der Physikalischen Chemie einarbeiten und dies im Rahmen eines Vortrags präsentieren.

**Inhalt****Vorlesung Einführung in die Physikalische Chemie III**

Linearer Variationsansatz, Störungstheorie, Hückel-Molekülorbitaltheorie, Konzepte der chemischen Bindung in mehratomigen Molekülen, nicht-kovalente Wechselwirkungen, empirische Kraftfelder;

Spektroskopie von isolierten mehratomigen Molekülen (Rotations-, Schwingungs- und elektronische Anregung);

Mikrokanonisches, kanonisches und großkanonisches Ensemble (klassisch und gequantelt), Zustandssumme, Zusammenhang zwischen Zustandssumme und thermodynamischen Größen, beispielhafte Anwendungen für Gase und kondensierte Materie, Quantenstatistik.

**Vorlesung "Elektrochemie"**

Elektrolyte (Solvatation von Ionen, elektrolytische Leitfähigkeit, Zusammenhang von Migration und Diffusion, Hittorfsche Überföhrungszahlen, Interionische Wechselwirkungen und Debye-Hückel-Theorie), elektrochemische Zellen (Elektromotorische Kraft, Nernst-Gleichung, Diffusionspotential, Spannungsreihe), Elektrodenkinetik (Modelle der elektrochemischen Doppelschicht, Elektrokapillarität, elektrochemische Reaktionen, Butler-Volmer-Gleichung, Elektronentransfer, Marcus-Theorie, Passivität von Metallen, Mischpotentiale), Elektrochemische Untersuchungsmethoden (Zyklovoltammetrie, optische Spektroskopie an Elektrodenoberflächen, Rastertunnelmikroskopie), Anwendungen (Metallabscheidung, Brennstoffzellen, Nervenleitung)

**Vorlesung "Molekülspektroskopie"**

Einföhrung (u. a. Elektromagnetische Strahlung, Einsteinkoeffizienten), Quantenmechanische Beschreibung der Lichtabsorption (Störungsrechnung, kohärente Anregung, Linienformen), Magnetische Resonanzspektroskopie, Rotationsspektroskopie, Rotations-Schwingungsspektroskopie, Ramanspektroskopie, Elektronische Spektroskopie, Lumineszenz, Photoelektronenspektroskopie.

**Vorlesung "Physikalische Chemie der Grenzflächen"**

Struktur und Dynamik fester Grenzflächen: Festkörper-Vakuum-Grenzflächen, geometrischer Aufbau, elektronische und vibronische Eigenschaften, Thermodynamik, Festkörper-Gas-Grenzflächen, Kinetik von Oberflächenreaktionen, Adsorptionsphänomene, Wachstumsprozesse an

FK-Oberflächen, spektroskopische Methoden; Struktur und Dynamik flüssiger Grenzflächen: Thermodynamik (Young-, Laplace-, Kelvin-Gleichung), Grenzflächenspannung, Kapillarkondensation, Keimbildung und Phasenbildung, stat.-thermodynamische Betrachtungen, elektrische Ladungen an Grenzflächen, elektrische Doppelschicht, Poisson-Boltzmann-Theorie, Kräfte an Grenzflächen und Benetzungsphänomene, dünne Filme auf flüssigen Grenzflächen, Strukturaufklärung flüssiger Grenzflächen.

**Vorlesung "Reaktionskinetik"**

Wiederholung grundlegender Begriffe der Formalkinetik einfacher und komplexer Reaktionen sowie zur Temperaturabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit, Wechselwirkungspotential und Geschwindigkeitskonstante (Dynamik, Potentialflächen für reagierende Systeme, Theorie des Übergangszustandes, Phasenraum und Geschwindigkeitskonstante, Stoßtheorie bimolekularer Reaktionen, Stoßquerschnitte, Wirkungs- und Reaktionsquerschnitte), unimolekulare Reaktionen (Lindemann-Modell, thermische unimolekulare Reaktionen und Assoziationsreaktionen in der Gasphase, Energieabhängigkeit nach Hinshelwood, Zustandsdichten und Summen von Zuständen, spezifische Geschwindigkeitskonstanten  $k(E)$ ), Reaktionen in Lösung (Diffusion und Teilchenwanderung in Potentialgefälle, Geschwindigkeitskonstanten aus Transportgleichungen, diffusionskontrollierte Reaktionen), Reaktionen an festen Oberflächen (Adsorptionsprozesse, Langmuirsche Adsorptionsisotherme, Kinetik von Oberflächenreaktionen), experimentelle Aspekte der Reaktionskinetik (grundlegende Reaktortypen, Untersuchung schneller Reaktionen: Stopped-Flow-Methoden, Laser-Blitzlichtphotolyse, Relaxationsmethoden, Messungen in der Frequenzdomäne)

**Vorlesung "Statistische und Chemische Thermodynamik"**

Chemische Thermodynamik: Postulate der Thermodynamik, intensive und extensive Größen, Legendre-Transformation, Gleichgewichtsbedingungen, Stabilitätskriterien, Phasenübergänge.

Statistische Thermodynamik: Wahrscheinlichkeitsrechnung, mikrokanonische, kanonische und großkanonische Ensembles, Postulate, Fluktuationen, Zustandssummen der Translation, Rotation und Schwingung, Systeme mit intermolekularen Wechselwirkungen, Flüssigkeiten, Fermi-Dirac- und Bose-Einstein-Statistik, Anwendungen.

**Vorlesung "Theorie der chemischen Bindung"**

Rekapitulation Grundlagen der Quantenmechanik, Elektronenstruktur der Atome, Born-Oppenheimer-Näherung, Potenzialflächen, Ursachen

der chemischen Bindung; Molekülorbitaltheorie zwei- und mehratomiger Moleküle (Zweizentrenbindung, Mehrzentrenbindung, lokalisierte und delokalisierte Molekülorbitale; Bindungsverhältnisse und Molekülstruktur), Elektronen in Festkörpern.

**Vorlesung "Moleküldynamik-Simulationen"**

Einführung in die empirischen Kraftfeldmethoden, Energiebeiträge, Strukturminimierung und Übergangszustände, Thermochemie, Berechnung der Thermodynamischen Potentiale aus Simulationen, Thermodynamische Zyklen, Methoden zur Berechnung der Freien Energie (Störungstheorie, thermodynamische Integration, Umbrella Sampling), Grundlagen der Elektrostatik, QM/MM Methoden, Docking, „enhanced sampling“ Methoden.

### **Vorlesung „Angewandte Quantenchemie“**

Praktische Computerübungen zu Hartree-Fock-Verfahren, LCAO-Ansatz, Coupled-Cluster-Theorie, Störungsrechnung (MP2), Dichtefunktionaltheorie, Basissätzen, Berechnung von Moleküleigenschaften (Spektroskopie).

### **Vorlesung „Physikalische Chemie der Festkörper“**

Überblick über Festkörperstrukturen und ihre Aufklärung; Phononen, Photonen und Elektronen in Festkörpern; Fehlstellengleichgewichte und Fehlstellendynamik.

### **Praktikum**

Durchführung von Experimenten auf fortgeschrittenem Niveau zu folgenden Themengebieten: Statistische und chemische Thermodynamik, Reaktionskinetik und -dynamik, moderne spektroskopische Methoden, Transportphänomene, quantenmechanische Berechnungen von Moleküleigenschaften, Monte-Carlo-Simulationsexperimente.

### **Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der Modulabschlussprüfung.

### **Arbeitsaufwand**

A) Vorlesung Einführung in die Physikalische Chemie III

Präsenzzeit in der Vorlesung: 30 h

Präsenzzeit im Seminar: 15 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Klausur/Modulabschlussprüfung: 105 h

Summe: 150 h (5 LP)

B) Wahlpflichtvorlesung in Physikalischer/Theoretischer Chemie

Präsenzzeit in der Vorlesung: 30 h

Präsenzzeit im Seminar: 15 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 75 h

Summe: 120 h (4 LP)

C) Fortgeschrittenenpraktikum "Physikalische Chemie für Masterstudierende der Studienvariante A und C"

Präsenzzeit im Praktikum: 116 h

Präsenzzeit im Seminar: 30 h

Vor- und Nachbereitung: 364 h

Summe: 510 h (17 LP)

Zusätzlich sind in das Modul die Schlüsselqualifikationen „IT-Kompetenz (Datenbankrecherchen)“, „Vortragstechniken“ und „Fachliche Sprachkompetenzen (Englisch)“ im Umfang von 3 Leistungspunkten (90 h) integriert.

Gesamtaufwand im Modul: 870 h (29 LP)

**Lehr- und Lernformen**

A) Einführung in die Physikalische Chemie III

B) Wahlpflichtvorlesung in Physikalischer/Theoretischer Chemie mit Übung (2+1 SWS, 4 LP, Wahlpflicht)

C) Fortgeschrittenenpraktikum "Physikalische Chemie für Masterstudierende der Studienvariante A" mit Seminar (14+2 SWS, 17 LP, Wahlpflicht)

B) kann sein:

- Angewandte Quantenchemie
- Elektrochemie
- Modellierung der Struktur und Dynamik von Biomolekülen
- Molekülspektroskopie
- Physikalische Chemie der Festkörper
- Physikalische Chemie der Grenzflächen
- Reaktionskinetik
- Statistische und Chemische Thermodynamik
- Theorie der Chemischen Bindung

Folgende Leistungen sind zu erbringen:

Klausur zur PC III oder einer Wahlpflichtvorlesung (Studienleistung)

PC-Fortgeschrittenen-Praktikum (Studienleistung)

Modulabschlussprüfung (mündliche Prüfungsleistung)

**Literatur****Elektrochemie:**

Hamann, Vielstich: Elektrochemie, Wiley-VCH, Weinheim 2005  
Schmickler: Grundlagen der Elektrochemie, Vieweg, Braunschweig 1996

**Molekülspektroskopie:**

Haken, Wolf: Molekülphysik und Quantenchemie, Springer Verlag Berlin Heidelberg 2006  
Hollas: Moderne Methoden der Spektroskopie, Vieweg, 1995

**Physikalische Chemie der Grenzflächen:**

Butt, Graf, Kappel: Physics and Chemistry of Interfaces, Wiley-VCH, Weinheim 2003  
Henzler, Göpel: Oberflächenphysik des Festkörpers, Teubner, Stuttgart 1991  
Adamson, Gast: Physical Chemistry of Surfaces, John Wiley & sons, 1997

**Reaktionskinetik:**

Logan: Grundlagen der Chemischen Kinetik, Wiley-VCH Weinheim 1997  
Houston: Chemical Kinetics and Reaction Dynamics, McGrawHill 2001  
Seakins, Pilling: Reaction Kinetics, Oxford 1995  
Steinfeld, Francisco, Hase: Chemical Kinetics and Dynamics, Prentice Hall 1999

**Einführung in die Physikalische Chemie III:**

Findenegg: Statistische Thermodynamik, Steinkopff, Darmstadt 1985  
Grimus: Einführung in die Statistische Physik und Thermodynamik, Oldenbourg, München 2010  
Kutzelnigg: Einführung in die Theoretische Chemie, Band I und II, Wiley-VCH, Weinheim 2002

**Theorie der Chemischen Bindung:**

Kutzelnigg: Einführung in die Theoretische Chemie, Band I und II, Wiley-VCH, Weinheim 2002  
Szabo und Ostlund, Modern Quantum Chemistry: Introduction to Advanced Electronic Structure Theory, Dover, Minealo/New York 1996

**Statistische und Chemische Thermodynamik:**

A. Münster, Chemische Thermodynamik, Verlag Chemie, Weinheim 1969;  
H. B. Callen, Thermodynamics and Introduction to Thermostatistics, Wiley, New York, 1987  
C. Chandler, Introduction to Modern Statistical Mechanics, Oxford, University Press, 1987

**Modellierung der Struktur und Dynamik von Biomolekülen:**

Leach: Molecular Modeling: Principles and Applications, Pearson Education, 2001.  
Jensen: Introduction to Computational Chemistry, Wiley, Chichester 2007

**Angewandte Quantenchemie:**

Jensen: Introduction to Computational Chemistry, Wiley, Chichester 2007  
Koch und Holthausen: A Chemist's Guide to Density Functional Theory, Wiley-VCH, Weinheim 2001  
Cramer: Essentials of Computational Chemistry: Theories and Models, Wiley, Chichester 2004  
Heine, Joswig und Gelessus: Computational Chemistry Workbook, Wiley-VCH, Weinheim 2009

**Physikalische Chemie der Festkörper:**

Kittel: Einführung in die Festkörperphysik, Oldenbourg, München, akt. Aufl.  
Kopitzki: Einführung in die Festkörperphysik, Teubner, Stuttgart, 1989  
Ibach, Lüth: Festkörperphysik, Springer, Heidelberg, akt. Aufl.  
Maier: Festkörper – Fehler und Funktion, Teubner, Stuttgart 2000

## M

**2.9 Modul: Physikalische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante B (B12-PC) [M-CHEMBIO-101798]****Verantwortung:** PD Dr. Detlef Nattland**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften**Bestandteil von:** [Studienvarianten / Studienvariante B \(physikalisch/mathematisch\)](#) (Pflichtbestandteil)**Leistungspunkte**  
37**Notenskala**  
Zehntelnoten**Turnus**  
Jedes Semester**Dauer**  
2 Semester**Sprache**  
Deutsch**Level**  
4**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |  |       |  |
|---------------------|--|-------|--|
| T-CHEMBIO-103471    | Wahlpflichtvorlesungen (Schwerpunkt Physik (17 LP) oder Schwerpunkt Theoretische Chemie (12 LP)); Praktikum (Schwerpunkt Physik (11 LP) oder Schwerpunkt Theoretische Chemie (16 LP)); Programmierkurs (6 LP); Schlüsselqualifikationen (3 LP) | 37 LP |  |

**Erfolgskontrolle(n)**

In diesem Modul muss ein Schwerpunkt gewählt werden aus „Physik“ und „Theoretische Chemie“.

## SP Ph:

- Klausur zur Wahlpflichtvorlesung aus dem Bereich Physikalische Chemie (unbenotet, beliebig oft wiederholbar)
- Klausur zur Wahlpflichtvorlesung aus dem Bereich Physik (unbenotet, beliebig oft wiederholbar)
- Klausur zur Wahlpflichtvorlesung aus dem Bereich Physikalische Chemie oder Theoretische Chemie oder Physik (unbenotet, beliebig oft wiederholbar)
- Programmierkurs „Numerische Methoden in der Chemie“ (Anmeldung erforderlich, unbenotet, beliebig oft wiederholbar)
- Physikpraktikum „Klassische Physik Teil 2“ (Anmeldung erforderlich, unbenotet, beliebig oft wiederholbar)

• Modulabschlussprüfung (MAP): mündliche Prüfung, benotet, Dauer 45 min. Anmeldung erforderlich, vier Prüfungszeiträume für MAPs jährlich

## SP TC:

- Klausur zur Wahlpflichtvorlesung aus dem Bereich Physikalische Chemie (unbenotet, beliebig oft wiederholbar)
- Klausur zur Wahlpflichtvorlesung aus dem Bereich Theoretische Chemie (unbenotet, beliebig oft wiederholbar)
- Klausur zur Wahlpflichtvorlesung aus dem Bereich Physikalische Chemie oder Theoretische Chemie oder Physik (unbenotet, beliebig oft wiederholbar)
- Programmierkurs „Numerische Methoden in der Chemie“ (Anmeldung erforderlich, unbenotet, beliebig oft wiederholbar)
- Fortgeschrittenen-Praktikum Theoretische Chemie (Anmeldung erforderlich, unbenotet, beliebig oft wiederholbar)

Modulabschlussprüfung (MAP): mündliche Prüfung, benotet, Dauer 45 min. Anmeldung erforderlich, vier Prüfungszeiträume für MAPs jährlich

**Voraussetzungen**

Kenntnisse aus den Vorlesungen, sowie das bestandene Praktikum (je nach Schwerpunkt Physik oder Theoretische Chemie) und der bestandene Programmierkurs sind Voraussetzung für die Anmeldung zur Modulabschlussprüfung.

Ähnlich einer Mastervorzugsregelung kann das Modul bereits begonnen werden, wenn das Bachelorstudium noch nicht abgeschlossen ist. Für die Zulassung zum Fortgeschrittenenpraktikum "Physik für Master-Studierende der Studienvarianten B" bzw. „Theoretische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante B“ müssen alle Module aus den Veranstaltungen des Bachelor-Grundstudiums (gemäß SPO Bachelor Chemie, §20 Abs. 2) abgeschlossen sein.

Die Anmeldung zur Modulabschlussprüfung ist erst möglich, wenn das Bachelorstudium abgeschlossen ist.

Die Studienvariante muss dem Prüfungsausschussvorsitzenden zu Beginn des Masterstudiums angezeigt werden (SPO, §16).

In welchen Fällen im Masterstudiengang ein Modul „Physikalische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante B“ belegt werden kann/muss, ist in der Tabelle zu möglichen Fortgeschrittenen- und Wahlfachmodulen auf Seite 8 gezeigt. Wird im Masterstudium eine andere Studienvariante gewählt als im Bachelorstudium oder wurde das Bachelorstudium nicht am KIT durchgeführt, wird ein Beratungsgespräch beim Studiendekan (oder Prüfungsausschussvorsitzenden) vor Beginn des Moduls dringend empfohlen.

Die Studienvariante B im Masterstudiengang ist nicht möglich, wenn im Bachelorstudium die Variante C gewählt wurde und dort die Fortgeschrittenenmodule „Angewandte Chemie“ und „Physikalische Chemie“ belegt wurden.

**Qualifikationsziele****Vorlesung "Elektrochemie"**

Studenten erwerben einen Überblick über Eigenschaften ionischer Lösungen und chemische Reaktionen an Elektroden. Neben meist im Rahmen der klassischen Thermodynamik formulierten Grundlagen sollen auch moderne mikroskopische Vorstellungen über Elektrodenprozesse entwickelt werden.

**Vorlesung "Molekülspektroskopie"**

Die Studierenden erhalten einen vertieften Überblick in spektroskopische Methoden sowie in entsprechende theoretische Grundlagen, z.B. zeitabhängige Schrödingergleichung und Störungsrechnung. Darüber hinaus werden ihnen experimentelle Realisierungen spektroskopischer Experimente vorgestellt, so dass sie diese selbstständig konzipieren, die Entstehung der Spektren sowie die zugrunde liegenden Prinzipien, wie

z.B. Auswahlregeln, im Rahmen einer quantenmechanischen Beschreibung verstehen und in allen Bereichen der Chemie zur Charakterisierung von

Molekülen einsetzen können.

**Vorlesung "Physikalische Chemie der Grenzflächen"**

Die Studierenden erhalten einen vertieften Überblick in die Beschreibung von Grenzflächeneigenschaften, ihre experimentelle Aufklärung und theoretische Interpretation.

**Vorlesung "Reaktionskinetik"**

Die Studierenden vertiefen grundlegende Kenntnisse in der Reaktionskinetik und werden an moderne Aspekte reaktionskinetischer Forschung und Praxis herangeführt. Sie sind in der Lage, Zusammenhänge zwischen Mechanismen von Elementar- und Bruttoreaktionen und den daraus folgenden beobachtbaren kinetischen Größen herzustellen.

**Vorlesung "Statistische und Chemische Thermodynamik"**

Die Studierenden erhalten einen vertieften Einblick in die chemische Thermodynamik. Im Rahmen der statistischen Thermodynamik können die Studierenden die mikroskopischen Eigenschaften der Materie unter Zuhilfenahme der Quantenmechanik mit den makroskopischen Eigenschaften in Verbindung bringen.

**Vorlesung "Gruppentheorie für die Chemie"**

Bereitstellung des gruppentheoretischen Rüstzeugs für die Spektroskopie und die Ligandenfeldtheorie sowie für quantenchemische Rechnungen.

**Vorlesung "Methoden der Quantenchemie"**

Erwerb von Kenntnissen über Funktionsweise sowie Stärken und Schwächen aller derzeit gebräuchlichen quantenchemischen Standardverfahren.

**Vorlesung "Quantenmechanik für die Chemie"**

Vertiefung und Erweiterung der in Vorlesung „Grundlagen der Physikalischen Chemie II“ erworbenen Kenntnisse, Bereitstellung der Werkzeuge für eine quantenmechanische Beschreibung der Chemie.

**Vorlesung "Theorie der chemischen Bindung"**

Erwerb der Fähigkeit zur Diskussion von Bindungsverhältnissen in Molekülen.

**Vorlesung "Moleküldynamik-Simulationen"**

Die Studierenden erhalten eine Einführung in die Methoden der Molekulardynamiksimulationen. Sie sollen verstehen, wie die physikalischen Grundlagen der Newton'schen Mechanik, Elektrostatik und Statistischen Thermodynamik auf die Modellierung von Molekülen und die Berechnung ihrer Eigenschaften angewandt werden können. In praktischen Übungen sollen sie ein Programmpaket erlernen und dieses Wissen an ausgewählten Beispielen anwenden.

**Vorlesung „Angewandte Quantenchemie“**

Erwerb von Kenntnissen für die praktische Durchführung quantenchemischer Berechnungen am Computer.

**Vorlesungen aus dem Bereich Physik:**

nach Absprache mit dem Mentor, Qualifikationsziele siehe Modulhandbuch der entsprechenden Studiengänge Physik.

**Programmierkurs: Numerische Methoden in der Chemie:**

Die Kursteilnehmer/innen können nach dem Kurs selbständig FORTRAN-Programme erstellen und Praxisprobleme mit Hilfe von entsprechenden Programmbibliotheken (z.B. Numerical Recipes, LAPACK, BLAS, Gnuplot) lösen.

**SP-Ph: Physikpraktikum „Klassische Physik Teil 2“:**

Qualifikationsziele siehe Modulhandbuch der entsprechenden Studiengänge Physik.

**SP-TC: Fortgeschrittenen-Praktikum Theoretische Chemie:**

Die Studierenden können ausgewählte Standardverfahren zur Berechnung molekularer Eigenschaften anwenden und die Ergebnisse kritisch diskutieren und bewerten. Sie können theoretisch-chemische Probleme in mathematische Sprache überführen und die daraus resultierenden Aufgaben lösen, teils analytisch, teils numerisch.

**Inhalt****Vorlesung "Elektrochemie"**

Elektrolyte (Solvation von Ionen, elektrolytische Leitfähigkeit, Zusammenhang von Migration und Diffusion, Hittorfsche Überföhrungszahlen, Interionische Wechselwirkungen und Debye-Hückel-Theorie), elektrochemische Zellen (Elektromotorische Kraft, Nernst-Gleichung, Diffusionspotential, Spannungsreihe), Elektrodenkinetik (Modelle der elektrochemischen Doppelschicht, Elektrokapillarität, elektrochemische Reaktionen, Butler-Volmer-Gleichung, Elektronentransfer, Marcus-Theorie, Passivität von Metallen, Mischpotentiale), Elektrochemische Untersuchungsmethoden (Zyklovoltammetrie, optische Spektroskopie an Elektrodenoberflächen, Rastertunnelmikroskopie), Anwendungen (Metallabscheidung, Brennstoffzellen, Nervenleitung)

**Vorlesung "Molekülspektroskopie"**

Einföhrung (u. a. Elektromagnetische Strahlung, Einsteinkoeffizienten), Quantenmechanische Beschreibung der Lichtabsorption (Störungsrechnung, kohärente Anregung, Linienformen), Magnetische Resonanzspektroskopie, Rotationsspektroskopie, Rotations-Schwingungsspektroskopie, Ramanspektroskopie, Elektronische Spektroskopie, Lumineszenz, Photoelektronenspektroskopie.

**Vorlesung "Physikalische Chemie der Grenzflächen"**

Struktur und Dynamik fester Grenzflächen: Festkörper-Vakuum-Grenzflächen, geometrischer Aufbau, elektronische und vibronische Eigenschaften, Thermodynamik, Festkörper-Gas-Grenzflächen, Kinetik von Oberflächenreaktionen, Adsorptionsphänomene, Wachstumsprozesse an

FK-Oberflächen, spektroskopische Methoden; Struktur und Dynamik flüssiger Grenzflächen: Thermodynamik (Young-, Laplace-, Kelvin-Gleichung), Grenzflächenspannung, Kapillarkondensation, Keimbildung und Phasenbildung, stat.-thermodynamische Betrachtungen, elektrische Ladungen an Grenzflächen, elektrische Doppelschicht, Poisson-Boltzmann-Theorie, Kräfte an Grenzflächen und Benetzungsphänomene, dünne Filme auf flüssigen Grenzflächen, Strukturaufklärung flüssiger Grenzflächen.

**Vorlesung "Reaktionskinetik"**

Wiederholung grundlegender Begriffe der Formalkinetik einfacher und komplexer Reaktionen sowie zur Temperaturabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit, Wechselwirkungspotential und Geschwindigkeitskonstante (Dynamik, Potentialflächen für reagierende Systeme, Theorie des Übergangszustandes, Phasenraum und Geschwindigkeitskonstante, Stoßtheorie bimolekularer Reaktionen, Stoßquerschnitte, Wirkungs- und Reaktionsquerschnitte), unimolekulare Reaktionen (Lindemann-Modell, thermische unimolekulare Reaktionen und Assoziationsreaktionen in der Gasphase, Energieabhängigkeit nach Hinshelwood, Zustandsdichten und Summen von Zuständen, spezifische Geschwindigkeitskonstanten  $k(E)$ ), Reaktionen in Lösung (Diffusion und Teilchenwanderung in Potentialgefälle, Geschwindigkeitskonstanten aus Transportgleichungen, diffusionskontrollierte Reaktionen), Reaktionen an festen Oberflächen (Adsorptionsprozesse, Langmuirsche Adsorptionsisotherme, Kinetik von Oberflächenreaktionen), experimentelle Aspekte der Reaktionskinetik (grundlegende Reaktortypen, Untersuchung schneller Reaktionen: Stopped-Flow-Methoden, Laser-Blitzlichtphotolyse, Relaxationsmethoden, Messungen in der Frequenzdomäne)

**Vorlesung "Statistische und Chemische Thermodynamik"**

Chemische Thermodynamik: Postulate der Thermodynamik, intensive und extensive Größen, Legendre-Transformation, Gleichgewichtsbedingungen, Stabilitätskriterien, Phasenübergänge. Statistische Thermodynamik: Wahrscheinlichkeitsrechnung, mikrokanonische, kanonische und großkanonische Ensembles, Postulate, Fluktuationen, Zustandssummen der Translation, Rotation und Schwingung, Systeme mit Wechselwirkungen, Flüssigkeiten, Fermi-Dirac- und Bose-Einstein-Statistik, Anwendungen.

**Vorlesung "Gruppentheorie für die Chemie"**

Symmetrieelemente und -operationen, Punktgruppen, Matrixdarstellungen von Symmetrieeoperationen, reduzible und irreduzible Darstellungen, großes und kleines Orthogonalitätstheorem, irreduzible Darstellungen von Punktgruppen, Bestimmung und Notation von Molekülschwingungen und Molekülorbitalen, gruppentheoretische Aspekte der Ligandenfeldtheorie, Gruppentheorie und Quantenmechanik (Spektroskopie, Auswahlregeln, Bezeichnung angeregter Zustände, Doppelgruppen).

**Vorlesung "Methoden der Quantenchemie"**

Rekapitulation Quantenmechanik, Variationsverfahren, Born-Oppenheimer-Näherung, Hartree-Fock-Verfahren, LCAO-Ansatz, Elektronenkorrelation (Configuration Interaction, Coupled-Cluster-Theorie, Störungsrechnung MP2), Dichtefunktionaltheorie, Basissätze, Berechnung von Moleküleigenschaften durch Ableitung der Energie, Populationsanalysen, angeregte Zustände.

**Vorlesung "Quantenmechanik für die Chemie"**

Rekapitulation klassische Mechanik (Newton-, Lagrange-, Hamilton-Formalismus), Grundlagen der Quantenmechanik (Welle-Teilchen-Dualismus, Schrödinger-Gleichung, Funktionsräume, Dirac-Schreibweise, Postulate der Quantenmechanik, Operatoren, Erhaltungsgrößen), Einfache Anwendungen der Quantenmechanik (Teilchen im Kasten, Potentialschwelle, Harmonischer Oszillator, Drehimpuls, Elektronenspin, Wasserstoffatom), Näherungsverfahren (Variationsverfahren, Störungsrechnung), Mehrelektronensysteme (Pauli-Prinzip, Slater-Determinanten, Theorie der Atome).

**Vorlesung "Theorie der chemischen Bindung"**

Rekapitulation Grundlagen der Quantenmechanik, Elektronenstruktur der Atome, Born-Oppenheimer-Näherung, Potenzialflächen, Ursachen

der chemischen Bindung; Molekülorbitaltheorie zwei- und mehratomiger Moleküle (Zweizentrenbindung, Mehrzentrenbindung, lokalisierte und delokalisierte Molekülorbitale; Bindungsverhältnisse und Molekülstruktur), Elektronen in Festkörpern.

**Vorlesung "Moleküldynamik-Simulationen"**

Einführung in die empirischen Kraftfeldmethoden, Energiebeiträge, Strukturminimierung und Übergangszustände, Thermochemie, Berechnung der Thermodynamischen Potentiale aus Simulationen, Thermodynamische Zyklen, Methoden zur Berechnung der Freien Energie (Störungstheorie, thermodynamische Integration, Umbrella Sampling), Grundlagen der Elektrostatik, QM/MM Methoden, Docking, ‚enhanced sampling‘ Methoden.

**Vorlesung „Angewandte Quantenchemie“**

Praktische Computerübungen zu Hartree-Fock-Verfahren, LCAO-Ansatz, Coupled-Cluster-Theorie, Störungsrechnung (MP2), Dichtefunktionaltheorie, Basissätzen, Berechnung von Moleküleigenschaften (Spektroskopie).

**Programmierkurs:**

Zufallszahlen (Monte-Carlo-Methoden), numerische Integration, Polynomanpassung mit Singularwertzerlegung, Minimierung und Optimierung, Matriceigenwertprobleme, Fourier-Transformationen (FFT), Interpolationen (Splines), Grafiken und Contourplots.

**Praktikum:**

SP Ph: Inhalte des Praktikums „Klassische Physik Teil II“ siehe im Modulhandbuch des Studiengangs Physik

SP TC: Praktikum Theoretische Chemie: Aufgabenstellung und Inhalt siehe Modul A12-TC

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der Modulabschlussprüfung.

**Arbeitsaufwand**

Schwerpunkt „Physik“:

A) Wahlpflichtvorlesung in Physikalischer Chemie mit Übung

Präsenzzeit in der Vorlesung: 30 h

Präsenzzeit in der Übung: 15 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Klausur: 75 h

Summe: 120 h (4 LP)

B) Wahlpflichtvorlesung Physik oder Physikalische Chemie oder Theoretische Chemie mit Übung

Präsenzzeit in der Vorlesung: 30 h

Präsenzzeit in der Übung: 15 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Klausur: 75 h

Summe: 120 h (4 LP)

C) Physikvorlesung mit Übung

Präsenzzeit in der Vorlesung: 60 h

Präsenzzeit in der Übung: 30 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Klausur: 180 h

Summe: 270 h (9 LP)

D) Physikpraktikum für Master-Studierende der Studienvariante B

Präsenzzeit im Praktikum: 40 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Klausur: 290 h

Summe: 330 h (11 LP)

E) Programmierkurs mit Übung

Präsenzzeit in der Vorlesung: 45 h

Präsenzzeit in der Übung: 15 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Klausur: 120 h

Summe: 180 h (6 LP)

Schwerpunkt Theoretische Chemie:

A) Wahlpflichtvorlesung in Physikalischer Chemie mit Übung

Präsenzzeit in der Vorlesung: 30 h

Präsenzzeit in der Übung: 15 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Klausur: 75 h

Summe: 120 h (4 LP)

B) Wahlpflichtvorlesung Physik oder Physikalische Chemie oder Theoretische Chemie mit Übung

Präsenzzeit in der Vorlesung: 30 h

Präsenzzeit in der Übung: 15 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Klausur: 75 h

Summe: 120 h (4 LP)

E) Programmierkurs mit Übung

Präsenzzeit in der Vorlesung: 45 h

Präsenzzeit in der Übung: 15 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Klausur: 120 h

Summe: 180 h (6 LP)

F) Wahlpflichtvorlesung Theoretische Chemie mit Übung

Präsenzzeit in der Vorlesung: 30 h

Präsenzzeit in der Übung: 15 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Klausur: 75 h

Summe: 120 h (4 LP)

G) Fortgeschrittenenpraktikum Theoretische Chemie für Master-Studierende in der Studienvariante B

Präsenzzeit im Praktikum: 160 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Klausur: 320 h

Summe: 480 h (16 LP)

Zusätzlich sind in das Modul die Schlüsselqualifikationen „IT-Kompetenz (Datenbankrecherchen)“, „Vortragstechniken“ und „Fachliche Sprachkompetenzen (Englisch)“ im Umfang von 3 Leistungspunkten (90 h) integriert.

Gesamtaufwand im Modul: 1110 h (37 LP)

### Empfehlungen

Es wird empfohlen, das jeder Studierender/jeder Studierende einen Mentor aus dem Kreis der PC-Professoren wählt, um Details des Studienplans zu besprechen.

Mentoren für SP Ph: Prof. M. Kappes, Prof. M. Olzmann, Prof. R. Schuster

Mentoren für SP TC: Prof. M. Elstner, Prof. W. Klopfer

Siehe auch: <http://www.ipc.kit.edu/2500.php>

### Lehr- und Lernformen

Das Modul besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

#### Schwerpunkt „Physik“:

1. A) Vorlesung in Physikalischer Chemie mit Übung (2+1 SWS, 4 LP, Wahlpflicht)
2. B) Vorlesung Physik oder Physikalische Chemie oder Theoretische Chemie mit Übung (2+1 SWS, 4 LP, Wahlpflicht)
3. C) Physikvorlesung mit Übung (4 +2 SWS, 9 LP, Wahlflicht)
4. D) Physikpraktikum für Master-Studierende der Studienvariante B (8 SWS, 11 LP, Wahlpflicht, nur Sommersemester)
5. E) Programmierkurs mit Übung (3+1 SWS, 6 LP, Wahlpflicht, einmal pro Jahr)

#### Schwerpunkt Theoretische Chemie:

1. A) Vorlesung in Physikalischer Chemie mit Übung (2+1 SWS, 4 LP, Wahlpflicht)
2. B) Vorlesung Physik oder Physikalische Chemie oder Theoretische Chemie mit Übung (2+1 SWS, 4 LP, Wahlpflicht)
3. E) Programmierkurs (3+1 SWS, 6 LP, Wahlpflicht, einmal pro Jahr)
4. F) Vorlesung Theoretische Chemie mit Übung (2+1 SWS, 4 LP, Wahlpflicht)
5. G) Fortgeschrittenenpraktikum Theoretische Chemie für Master-Studierende in der Studienvariante B (14 SWS, 16 LP, Wahlpflicht, nach Absprache)

A,B) Folgende Vorlesungen in Physikalischer Chemie sind möglich:

- Vorlesung "Elektrochemie"
- Vorlesung "Molekülspektroskopie"
- Vorlesung "Physikalische Chemie der Grenzflächen"
- Vorlesung "Reaktionskinetik"
- Vorlesung "Statistische und Chemische Thermodynamik"

B,F) Folgende Vorlesungen in Theoretischer Chemie sind möglich:

- Vorlesung "Theorie der Chemischen Bindung"
- Vorlesung "Gruppentheorie für die Chemie"
- Vorlesung "Methoden der Quantenchemie"
- Vorlesung "Quantenmechanik für die Chemie"
- Vorlesung "Modellierung der Struktur und Dynamik von Biomolekülen"

B,C) Wahlpflichtvorlesungen in Physik sind ,mit dem Mentor abzustimmen

Folgende Leistungen sind zu erbringen:

SP Ph: Praktikum Klassische Physik Teil 2 (Studienleistung)

SP TC: Praktikum Theoretische Chemie für Master-Studierende (Studienleistung)

3 Klausuren zu Wahlpflichtvorlesungen (Studienleistungen)

### Literatur

Siehe Literaturangaben zu den Vorlesungen im Modul A13-PC; darüber hinaus wird von den Dozenten weiterführende Literatur im Rahmen der Lehrveranstaltungen empfohlen.

Programmierkurs: "Numerical Recipes: The Art of Scientific Computing", siehe [www.nr.com](http://www.nr.com)

## M

## 2.10 Modul: Radiochemie für Master-Studierende der Studienvariante A (A12-RC) [M-CHEMBIO-101793]

**Verantwortung:** Prof. Dr. Horst Geckeis

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften

**Bestandteil von:** [Studienvarianten](#) / [Studienvariante A \(anorganisch/organisch\)](#)

**Leistungspunkte**  
29

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Jedes Semester

**Dauer**  
2 Semester

**Sprache**  
Deutsch

**Level**  
4

**Version**  
2

| Pflichtbestandteile |  |       |  |
|---------------------|--|-------|--|
| T-CHEMBIO-111204    | Radiochemie I (3 LP), Radiochemie II (3 LP), Instrumental Analytics (3 LP), Praktikum Radiochemie (17 LP), Schlüsselqualifikationen (3 LP) | 29 LP |  |

### Erfolgskontrolle(n)

Praktikumsprotokolle.

Bestehen der unbenoteten Erfolgskontrolle zum radiochemischen Praktikum (Mündliches Abschlusskolloquium (45 min) zu Themen, die im radiochemischen Praktikum behandelt werden).

Mündliche Modulabschlussprüfung (45 min; benotet)

### Voraussetzungen

Anmeldung zum radiochemischen Praktikum zu Beginn der Vorlesung beim Dozenten erforderlich.

Die Studienvariante muss dem Prüfungsausschussvorsitzenden zu Beginn des Masterstudiums angezeigt werden (SPO, §16).

In welchen Fällen im Masterstudiengang ein Modul „Radiochemie für Master-Studierende der Studienvariante A“ belegt werden kann/muss, ist in der Tabelle zu möglichen Fortgeschrittenen- und Wahlfachmodulen im Modulhandbuch gezeigt. Wird im Masterstudium eine andere Studienvariante gewählt als im Bachelorstudium oder wurde das Bachelorstudium nicht am KIT durchgeführt, ist zu Beginn des Masterstudiums ein Beratungs- und Abstimmungsgespräch mit dem Studiendekan obligatorisch.

**Qualifikationsziele**

Die Studierenden besitzen ein grundlegendes Verständnis der Chemie radioaktiver Stoffe. Dieses schließt grundlegende Kenntnisse des radioaktiven Zerfalls, der Systematik der Nukleonik, der Strahlenarten, der relevanten Gesetzmäßigkeiten sowie der spezifischen Analysemethoden ein. Die Studierenden sind mit den Grundlagen des Strahlenschutzes und den Anwendungen radiochemischer Methoden in verschiedenen wissenschaftlich-technischen Disziplinen vertraut. Moderne instrumentelle Methoden zur Charakterisierung der Element-, und Isotopenzusammensetzung von Materialien sowie der elektronischen Struktur, der lokalen Symmetrie bzw. der Koordination chemischer Elemente sowie von Radioelementen sind ebenfalls Gegenstand des Moduls. Mit der eigenständigen Durchführung radiochemischer Experimente erhalten die Studierenden erste praktische Erfahrung in radiochemischer Arbeitsmethodik, im Umgang mit Radionukliden sowie mit gängigen Kernstrahlenmessmethoden. Des Weiteren kennen sie den aktuellen Stand in den Nuklearwissenschaften.

**A) Wahlfachvorlesung „Radiochemie I“**

Die Studierenden erwerben Kenntnisse zu grundlegenden Aspekten des Kernaufbaus, des radioaktiven Zerfalls und seiner Zeitgesetze sowie zu den Kernstrahlenarten und ihrer Wechselwirkung mit Materie sowie ihrer Messung. Sie lernen wichtige Kernreaktionen, die grundlegende Prinzipien des Strahlenschutzes sowie die entsprechenden Dosisbegriffe kennen.

**B) Wahlfachvorlesung „Radiochemie II“**

Die Studierenden können die Mechanismen strahlenchemischer Reaktionen, chemischer Reaktionen infolge von Kernumwandlungen sowie Isotopieeffekte erklären. Sie kennen die grundlegenden Methoden der Radionuklidherstellung und der radiochemischen Auftrennung von Radionukliden. Die grundlegenden chemischen Eigenschaften der Radioelemente insbesondere der Actiniden sind ihnen bekannt. Des Weiteren erhalten sie eine Einführung in die Methoden der Kernenergienutzung, der Altersbestimmung mittels Radio-isotopen und der chemischen Radionuklidmarkierung von Molekülen.

**C) Wahlfachvorlesung „Instrumental Analytics“**

The students are familiar with the physical basis and instrumentation of spectroscopy methods sensitive to electronic structure, local symmetry and coordination environment of an absorbing atom or molecule as well as techniques combining spectroscopy with microscopy. They have good understanding in the principles of a synchrotron radiation facility and the X-ray absorption spectroscopy synchrotron based technique. The students are able to propose methods appropriate for revealing specific structural properties of a sample system.

**D) Wahlfachpraktikum „Radiochemie für Master-Studierende der Studienvariante A“**

Das Praktikum vermittelt den Studierenden Grundlagen des radiochemischen Arbeitens sowie des Strahlenschutzes in Form von praktischen Übungen. Schwerpunkte liegen auf der Anwendung analytischer Kernstrahlenmessverfahren und -spektroskopie, radiochemischer Trennmethode u.a. im Bereich der Umweltanalytik, Radiotracerverfahren sowie von Radionuklidmarkierungsmethoden. Darüber hinaus wenden Studierende aber auch moderne instrumentelle Analyse- und spektroskopische Methoden zur Analytik und Speziation von Radionukliden an und erhalten in Form von Exkursionen Einblicke in den aktuellen Stand der Nuklearwissenschaften z.B. die Synthese superschwerer Elemente, Entsorgungs- und Endlagerforschung, Transuranforschung.

**Inhalt****Radiochemie I und II**

- Geschichte der Entdeckung der Radioaktivität
- Grundlagen der Radioaktivität, Nukleonik, Strahlenarten
- Zerfallsgesetze, Wechselwirkung von Kernstrahlung mit Materie
- Natürliche Radioaktivität, künstliche Radionuklide
- Kernreaktionen
- Messung von Kernstrahlung
- Radiochemische Arbeitsmethoden
- Strahlenchemie, Chemische Effekte von Kernreaktionen, Nutzung der Kernenergie, Anwendung radiochemischer Methoden in Medizin und Technik, Altersbestimmung
- Nutzung der Kernenergie, Anwendung radiochemischer Methoden in Medizin und Technik, Altersbestimmung
- Moderne Analysen und Speziationsmethoden für Radionuklide
- Superschwere Elemente
- Kosmochemie
- Geochemie der Actiniden

**Instrumental Analytics**

- Principles of absorption, emission and fluorescence spectroscopy
- Instrumentation and application of atomic spectroscopy: optical (AAS, AFS, AES), mass spectrometry (ICP-MS), X-ray spectroscopy (XRF)
- Instrumentation and application of molecular spectroscopy (UV/Vis, IR, Raman)
- Synchrotron based X-ray spectroscopy (XANES, EXAFS)
- X-ray photoelectron spectroscopy (XPS)
- Laser spectroscopic techniques
- Spectromicroscopic methods (SEM-EDX, TEM-EELS)

**Radiochemisches Praktikum**

Praktikumsexperimente:

- Wechselwirkung von Kernstrahlung mit Materie
- Zerfalls- und Bildungsgesetze
- Grundlagen des Strahlenschutzes
- Radiochemische Trennverfahren
- Radioanalytische Messtechniken (Kernspektroskopie)
- Tracermethoden
- Radionuklidmarkierung
- Moderne Analysen und Speziationsmethoden für Radionuklide

**Themen von Seminarvorträgen und Exkursionen**

- Anwendung von Radionukliden in Wissenschaft, Technik und Medizin
- Superschwere Elemente
- Fusionstechnik
- Nukleare Endlagerung

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der Modulabschlussprüfung.

**Arbeitsaufwand**

A) Wahlfachvorlesung „Radiochemie I“

Präsenzzeit in der Vorlesung: 30 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 60 h

Summe: 90 h (3 LP)

B) Wahlfachvorlesung „Radiochemie II“

Präsenzzeit in der Vorlesung: 30 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 60 h

Summe: 90 h (3 LP)

C) Wahlfachvorlesung „Instrumental Analytics“ (in Englischer Sprache)

Präsenzzeit in der Vorlesung: 30 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 60 h

Summe: 90 h (3 LP)

D) Wahlfachpraktikum „Radiochemie für Master-Studierende der Studienvariante A“

Präsenzzeit im Praktikum: 190 h

Präsenzzeit im Seminar: 30 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 290 h

Summe: 510 h (17 LP)

Zusätzlich sind in das Modul die Schlüsselqualifikationen „IT-Kompetenz (Datenbankrecherchen)“, „Vortragstechniken“ und „Fachliche Sprachkompetenzen (Englisch)“ im Umfang von 3 Leistungspunkten (90 h) integriert.

Gesamtaufwand im Modul: 870 h (29 LP)

**Lehr- und Lernformen**

Das Modul besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

A) Wahlfachvorlesung „Radiochemie I“: (2 SWS, 3 LP)

B) Wahlfachvorlesung „Radiochemie II“: (2 SWS, 3 LP)

C) Wahlfachvorlesung „Instrumental Analytics“ (in Englischer Sprache): (2 SWS, 3 LP)

D) Wahlfachpraktikum „Radiochemie für Master-Studierende der Studienvariante A“ mit Seminar (17 SWS, 17 LP)

Folgende Leistungen sind zu erbringen:

- Wahlfachpraktikum „Radiochemie für Master-Studierende der Studienvariante A“ (Studienleistung)
- Abschlusskolloquium zum Praktikum (Studienleistung)
- Modulabschlussprüfung (mündliche Prüfungsleistung)

**Literatur**

- KRATZ, LIESER (aktuelle Auflage): Nuclear and Radiochemistry, Wiley-VCH
- KELLER (aktuelle Auflage): Grundlagen der Radiochemie, Salle + Sauerländer
- SKOOG (aktuelle Auflage): Fundamentals of analytical chemistry. Thomson-Brooks/Cole
- BUNKER, Introduction to XAFS: A Practical Guide to X-ray Absorption Fine Structure Spectroscopy, Cambridge University Press, Cambridge.
- Vorlesungs-/Praktikumsskripte

## M

**2.11 Modul: Schlüsselqualifikationen (M15) [M-CHEMBIO-101818]**

**Verantwortung:** Dr. Axel Gbureck  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften  
**Bestandteil von:** Überfachliche Qualifikationen

**Leistungspunkte**  
4

**Notenskala**  
best./nicht best.

**Turnus**  
Jedes Wintersemester

**Dauer**  
1 Semester

**Sprache**  
Deutsch

**Level**  
4

**Version**  
1

| <b>Rechtskunde und Toxikologie (Wahl: 4 LP)</b> |   |      |         |
|---|---|------|---------|
| T-CHEMBIO-103646                                | Toxikologie für Chemiker und Lebensmittelchemiker | 2 LP | Köberle |
| T-CHEMBIO-103499                                | Rechtskunde für Chemiker und Lebensmittelchemiker | 2 LP | Golla   |
| T-CHEMBIO-103834                                | Platzhalter Schlüsselqualifikationen 1            | 2 LP |         |
| T-CHEMBIO-106971                                | Platzhalter Schlüsselqualifikationen 2            | 2 LP |         |
| T-CHEMBIO-110978                                | Platzhalter Schlüsselqualifikationen 3            | 2 LP |         |
| T-CHEMBIO-110979                                | Platzhalter Schlüsselqualifikationen 4            | 2 LP |         |

**Erfolgskontrolle(n)**

Die Klausur zur Vorlesung „Rechtskunde für Chemiker“ (Studienleistung) wird i.d.R. in den Semesterferien nach dem Wintersemester angeboten. Eine weitere Klausur findet zu Beginn der Vorlesungszeit im Sommersemester statt. Die Klausur findet z.T. im Wege des Antwort-Wahl-Verfahrens statt. Die Anmeldung zur Klausur im Wintersemester wird während der Vorlesung und auf der Homepage angekündigt; die Anmeldung zur Nachklausur wird nur auf der Homepage angekündigt (i.d.R. nach der Korrektur der Klausur im WS). Klausur zur Vorlesung: „Toxikologie für Studierende der Chemie und Lebensmittelchemie“ (Studienleistung): Die Klausur findet einmal jährlich Mitte Februar statt, die Wiederholungsklausur zu Beginn der Vorlesungszeit des Sommersemesters. Die Anmeldung erfolgt online bis zu vier Wochen vor der Klausur. An der Wiederholungsklausur kann nur teilnehmen, wer die Hauptklausur mitgeschrieben hat oder aus Krankheitsgründen (mit Attest) an der Hauptklausur nicht teilnehmen konnte. Die Klausuren dauern jeweils 60 Minuten und sind unbenotet.

Details siehe <http://www.chem-bio.kit.edu/375.php>

**Voraussetzungen**

ACHTUNG:

Studierende, die die Veranstaltungen „Rechtskunde“ und „Toxikologie“ bereits im Bachelorstudiengang eingebracht haben, können im Modul „Schlüsselqualifikationen“ des Masterstudiengangs alternative Angebote im Umfang von 4 LP belegen. Alle Lehrveranstaltungen, die hierfür in Frage kommen, sind in einer Positivliste aufgeführt (<http://www.chem-bio.kit.edu/405.php>). Die Verbuchung weiterer Veranstaltungen kann formlos beim Prüfungsausschuss über Dr. Axel Gbureck beantragt werden.

**Qualifikationsziele**

A) Vorlesung „Rechtskunde für Chemiker“

Durch die Inhalte der Vorlesungen A) und B) sind die Studierenden sachkundig gem. §5 ChemVerbotsV und kennen Verhaltensregeln zum sicheren Arbeiten in Laboratorien

B) Vorlesung: „Toxikologie für Studierende der Chemie und Lebensmittelchemie“

Die Studierenden erhalten einen Überblick über toxikologische Wirkungen von Gefahrstoffen. Mit Hilfe des erworbenen Fachwissens sind sie in der Lage, grundlegende Wirkmechanismen sowie Konzepte zur Risikobewertung zu verstehen und zu beurteilen.

E) Fachliche Sprachkompetenzen:

Die Studierenden haben englische Sprachkompetenz erworben in einzelnen englischsprachigen Lehrveranstaltungen, haben regelmäßig englischsprachige Lehrbücher und Publikationen genutzt und haben mit englischsprachigen Kommilitonen, Assistenten und Dozenten Gespräche geführt.

**Inhalt**

A) Vorlesung „Rechtskunde für Chemiker“

Chemikaliengesetz, Gefahrstoffverordnung, Chemikalienverbotsverordnung, Grundbegriffe der Toxikologie, Erste Hilfe im Labor, Gefahrstoffkunde

B) Vorlesung: „Toxikologie für Studierende der Chemie und Lebensmittelchemie“

Toxikokinetik und Fremdstoffmetabolismus, akute und chronische Toxizität, Reizwirkung, Organtoxizität, Mutagenität, Kanzerogenität, Reproduktionstoxizität, Wirkungsmechanismen ausgewählter Substanzklassen, toxikologische Prüfmethode, Konzepte zur Risikobewertung

**Zusammensetzung der Modulnote**

Das Modul ist unbenotet.

**Arbeitsaufwand**

A) Vorlesung „Rechtskunde für Chemiker“

Präsenzzeit in der Vorlesung: 15 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Klausurvorbereitung: 45 h

Summe: 60 h (2 LP)

B) Vorlesung: „Toxikologie für Studierende der Chemie und Lebensmittelchemie“

Präsenzzeit in der Vorlesung: 30 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Klausurvorbereitung: 30 h

Summe: 60 h (2 LP)

In Fachmodule integriert:

C) IT-Kompetenz: Datenbankrecherchen: 60 h

D) Vortragstechniken: 120 h

E) Fachliche Sprachkompetenzen (Englisch): 60 h

Gesamtaufwand im Modul: 360 h (12 LP)

**Lehr- und Lernformen**

Das Modul besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

A) Vorlesung „Rechtskunde für Chemiker“ (1 SWS, 2 LP, Pflicht, WS)

B) Vorlesung: „Toxikologie für Studierende der Chemie und Lebensmittelchemie“ (2 SWS, 2 LP, Pflicht, WS)

In Fachmodule integriert

C) IT-Kompetenz: Datenbankrecherchen (2 LP, Pflicht)

D) Vortragstechniken (4 LP, Pflicht)

E) Fachliche Sprachkompetenzen (Englisch) (2 LP, Pflicht)

Folgende Teilleistungen sind zu erbringen:

- Klausur zur Vorlesung „Rechtskunde für Chemiker“ (Studienleistung)
- Klausur zur Vorlesung „Toxikologie für Studierende der Chemie und Lebensmittelchemie“ (Studienleistung)

## M

**2.12 Modul: Theoretische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante A (A12-TC) [M-CHEMBIO-101791]**

**Verantwortung:** PD Dr. Detlef Nattland  
Prof. Dr. Florian Weigend

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften

**Bestandteil von:** [Studienvarianten / Studienvariante A \(anorganisch/organisch\)](#)

|                              |                                   |                                 |                            |                           |                   |                     |
|------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------|---------------------|
| <b>Leistungspunkte</b><br>29 | <b>Notenskala</b><br>Zehntelnoten | <b>Turnus</b><br>Jedes Semester | <b>Dauer</b><br>2 Semester | <b>Sprache</b><br>Deutsch | <b>Level</b><br>4 | <b>Version</b><br>1 |
|------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------|---------------------|

| Pflichtbestandteile |   |       |  |
|---------------------|---|-------|--|
| T-CHEMBIO-103454    | 2 Wahlpflichtvorlesungen Theoretische Chemie (zusammen 9 LP), Fortgeschrittenenpraktikum Theoretische Chemie - Studienvariante A (17 LP), Schlüsselqualifikationen (3 LP) | 29 LP |  |

**Erfolgskontrolle(n)**

Wahlfachpraktikum „Theoretische Chemie“, unbenotet, Anmeldung erforderlich.

Klausuren zu den Vorlesungen jeweils am Semesterende, Wiederholungs-möglichkeit vor Beginn der nachfolgenden Vorlesungszeit (unbenotet).

Modulabschlussprüfung (MAP), mündliche Prüfung, ca. 45 min. Anmeldung erforderlich, Prüfungszeitpunkt nach Rücksprache mit Dozenten.

**Voraussetzungen**

Die Studienvariante muss dem Prüfungsausschussvorsitzenden zu Beginn des Masterstudiums angezeigt werden (SPO, §16).

In welchen Fällen im Masterstudiengang ein Modul „Theoretische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante A“ belegt werden kann/muss, ist in der Tabelle zu möglichen Fortgeschrittenen- und Wahlfachmodulen im Modulhandbuch gezeigt. Wird im Masterstudium eine andere Studienvariante gewählt als im Bachelorstudium oder wurde das Bachelorstudium nicht am KIT durchgeführt, ist zu Beginn des Masterstudiums ein Beratungs- und Abstimmungsgespräch mit dem Studiendekan obligatorisch.

Beim Wechsel von A (hier AC und OC) auf B kann TC eine Option sein, wenn im PC-Modul der Schwerpunkt Physik gewählt wird. Es gilt ein Beratungsgebot.

**Qualifikationsziele**

Siehe Qualifikationsziele der Theorievorlesungen im Modul AC13-PC.

Darüber hinaus:

**Vorlesung Gruppentheorie für die Chemie:** Bereitstellung des theoretischen Rüstzeugs für die Spektroskopie und die Ligandenfeldtheorie sowie für quantenchemische Rechnungen

**Vorlesung Methoden der Quantenchemie:** Erwerb von Kenntnissen über Funktionsweise sowie Stärken und Schwächen aller derzeit gebräuchlichen quantenchemischen Standardverfahren

**Vorlesung Quantenmechanik für die Chemie:** Vertiefung und Erweiterung der in der Vorlesung Physikalische Chemie II erworbenen Kenntnisse, Bereitstellung der Werkzeuge für die quantenmechanische Beschreibung der Chemie

**Wahlfachpraktikum Theoretische Chemie:** Die Studierenden können ausgewählte Standardverfahren zur Berechnung molekularer Eigenschaften anwenden und die Ergebnisse kritisch diskutieren und bewerten. Sie können theoretisch-chemische Probleme in mathematische Sprache überführen und die daraus resultierenden Aufgaben lösen, teils analytisch, teils numerisch.

**Inhalt**

Vorlesungsinhalt der Theorievorlesungen im Modul AC13-PC

Darüber hinaus:

**Vorlesung Gruppentheorie für die Chemie:**

Symmetrieelemente und -operationen, Punktgruppen, Matrixdarstellungen von Symmetrieoperationen, reduzible und irreduzible Darstellungen, großes und kleines Orthogonalitätstheorem, irreduzible Darstellungen von Punktgruppen, Bestimmung und Notation von Molekülschwingungen und Molekülorbitalen, gruppentheoretische Aspekte der Ligandenfeldtheorie, Gruppentheorie und Quantenmechanik (Spektroskopie, Auswahlregeln, Bezeichnung angeregter Zustände, Doppelgruppen).

**Vorlesung Methoden der Quantenchemie:**

Rekapitulation Quantenmechanik, Variationsverfahren, Born-Oppenheimer-Näherung, Hartree-Fock-Verfahren, LCAO-Ansatz, Elektronenkorrelation (Configuration Interaction, Coupled-Cluster-Theorie, Störungsrechnung MP2), Dichtefunktionaltheorie, Basissätze, Berechnung von Moleküleigenschaften durch Ableitung der Energie, Populationsanalysen, angeregte Zustände.

**Vorlesung Quantenmechanik für die Chemie:**

Rekapitulation klassische Mechanik (Newton-, Lagrange-, Hamilton-Formalismus), Grundlagen der Quantenmechanik (Welle-Teilchen-Dualismus, Schrödinger-Gleichung, Funktionsräume, Dirac-Schreibweise, Postulate der Quantenmechanik, Operatoren, Erhaltungsgrößen), Einfache Anwendungen der Quantenmechanik (Teilchen im Kasten, Potentialschwelle, Harmonischer Oszillator, Drehimpuls, Elektronenspin, Wasserstoffatom), Näherungsverfahren (Variationsverfahren, Störungsrechnung), Mehrelektronensysteme (Pauli-Prinzip, Slater-Determinanten, Theorie der Atome).

**Wahlfachpraktikum Theoretische Chemie:**

Aufgabenstellung und Inhalt nach Absprache mit dem Praktikumsleiter

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der Modulabschlussprüfung.

**Arbeitsaufwand****A) Wahlfachvorlesung**

Präsenzzeit in der Vorlesung: 30 h

Präsenzzeit in der Übung: 15 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 75 h

Summe: 120 h (4 LP)

**B) Wahlfachvorlesung**

Präsenzzeit in der Vorlesung: 30 h

Präsenzzeit in der Übung: 15 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 75 h

Summe: 120 h (4 LP)

**C) Wahlfachpraktikum „Theoretische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante A“**

Präsenzzeit im Praktikum: 240 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung:

Summe: 300 h (18 LP)

Zusätzlich sind in das Modul die Schlüsselqualifikationen „IT-Kompetenz (Datenbankrecherchen)“, „Vortragstechniken“ und „Fachliche Sprachkompetenzen (Englisch)“ im Umfang von 3 Leistungspunkten (90 h) integriert.

Gesamtaufwand im Modul: 870 h (29 LP)

**Lehr- und Lernformen**

Das Modul besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

- A) Wahlfachvorlesung „Theoretische Chemie“ mit Übung: (2+1 SWS, 4 LP)
- B) Wahlfachvorlesung „Theoretische Chemie“ mit Übung: (2+1 SWS, 4 LP)
- C) Wahlfachpraktikum „Theoretische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante A“ (15 SWS, 18 LP, nach Absprache)

A) und B) können gewählt werden aus:

Theorievorlesungen des Moduls AC13-PC, insofern sie dort noch nicht ein-gebracht wurden, darüber hinaus:

- Gruppentheorie für die Chemie
- Methoden der Quantenchemie
- Quantenmechanik für die Chemie

Folgende Teilleistungen sind zu erbringen:

- Wahlfachpraktikum „Theoretische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante A“ (Studienleistung)
- Modulabschlussprüfung (Prüfungsleistung)

**Literatur**

siehe Literaturangaben zu den Theorievorlesungen im Modul AC13-PC, da-rüber hinaus wird von den Dozenten weiterführende Literatur im Rahmen der Lehrveranstaltungen empfohlen.

## M

**2.13 Modul: Vertiefungsmodul Angewandte Chemie (M14-AWC) [M-CHEMBIO-101812]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Olaf Deutschmann  
 Prof. Dr. Jan-Dierk Grunwaldt  
 Prof. Dr. Patrick Théato  
 Prof. Dr. Manfred Wilhelm

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften

**Bestandteil von:** [Vertiefungsfach](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus         | Dauer      | Sprache | Level | Version |
|-----------------|--------------|----------------|------------|---------|-------|---------|
| 28              | Zehntelnoten | Jedes Semester | 2 Semester | Deutsch | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |  |       |  |
|---------------------|--|-------|--|
| T-CHEMBIO-103495    | Vertiefungsvorlesungen Angewandte Chemie (8 LP),<br>Arbeitsgruppenseminar (2 LP), Vertiefungspraktikum Angewandte<br>Chemie (16 LP), Schlüsselqualifikationen (2 LP) | 28 LP |  |

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Abschlussprüfung (ca. 30 min) über die Bestandteile des Moduls:

- Vertiefungspraktikum sowie Vortrag darüber.
- Seminarvortrag über ein wissenschaftliches Thema; Seminarvortrag und Vortrag über das Vertiefungspraktikum können ggf. zusammengefasst werden.
- Vertiefungsvorlesungen im Umfang von 4 SWS; Die Wahl der Vertiefungsvorlesungen sollte idealerweise im Vorfeld mit dem Betreuer abgesprochen werden.

**Voraussetzungen**

Ein abgeschlossenes Modul „Angewandte Chemie für Master-Studierende der Studienvariante(n) A, C“ bzw. „Angewandte Chemie für Bachelorstudierende der Studienvariante C“ ist Voraussetzung für die Zulassung zum Vertiefungspraktikum.

Arbeitskreis, Praktikumsthema und Zeitraum werden direkt mit dem Dozenten abgesprochen.

Bei Vertiefung an den Lehrstühlen „Chemische Technik“ (Prof. Deutschmann) und „Chemische Technik und Katalyse“ (Prof. Grunwaldt) muss die Vorlesung CT III bereits absolviert sein oder im Rahmen der Vorlesungen im Vertiefungspraktikum nachgeholt werden.

Alle Bestandteile des Moduls (s. „Prüfung/Erfolgskontrollen“) müssen vor der Modulabschlussprüfung absolviert sein.

**Qualifikationsziele**

Die Studierenden haben ein vertieftes Verständnis der angewandten Chemie im gewählten Schwerpunkt Technische Chemie oder Polymerchemie. Zusätzlich wurden die Studierenden an wissenschaftliches Arbeiten herangeführt und haben einen Einblick in den aktuellen Stand der Forschung im Vertiefungsfach erhalten.

**Vertiefungspraktikum "Chemische Technik" bzw. „Polymerchemie“**

Die Studierenden können sich in ein Forschungsthema einarbeiten und können dieses unter Anleitung planen, durchführen und detailliert in einer wissenschaftlichen Abschlussarbeit auswerten und beschreiben. Sie sind in der Lage, die Forschung weitgehend selbstständig zu planen und durchzuführen.

**Chemische Technik III (verpflichtend im Schwerpunkt Chemische Technik, wenn noch nicht in anderem Modulen belegt)**

Die Studierenden verfügen über ein vertieftes Verständnis thermischer Grundoperationen (Rektifikation, Extraktionen, Absorption, Adsorption, Kristallisation) und deren Auslegung. Sie haben eine Übersicht über die wichtigsten mechanischen Grundoperationen mittels Mischern, Pumpen und Verdichtern sowie Membranverfahren. Sie sind mit den Grundlagen der Verfahrensentwicklung, insbesondere Fließbildern, Stoff- und Energiebilanzen von Anlagen, und Gesichtspunkten der Verfahrensauswahl wie Umweltverträglichkeit, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit vertraut.

**Aktuelle Konzepte in heterogenkatalytischen industriellen Prozessen (Grunwaldt, Kleist)**

Die Studenten haben einen vertieften Einblick in ausgewählte heterogen-katalytische Prozesse in der chemischen Industrie, insbesondere in Bezug auf die Herstellung von Grundchemikalien wie Wasserstoff, Ammoniak, Methanol oder Fischer-Tropsch-Synthese. Dies reicht von theoretischen Beschreibungen auf Oberflächen bis hin zum Produkt- und Prozessdesign. Analog verfügen die Studierenden weiterhin über Kenntnisse zur katalytischen Abgasnachbehandlung in mobilen (Fahrzeuge) und stationären (industrielle) Anlagen und ausgewählten selektiven Oxidationsreaktionen.

**Moderne Charakterisierungsmethoden für Materialien und Katalysatoren (Grunwaldt)**

Die Studierenden verfügen über einen Überblick über ein breites Arsenal moderner Messverfahren zur Charakterisierung kristalliner und amorpher Materialien für verschiedene Anwendungen, mit Schwerpunkt auf den Bereich der Material- und Katalysatorforschung. Das Spektrum der Methoden umfasst spektroskopische Verfahren wie UV-vis, Raman, Infrarot- und Röntgenphotoelektronenspektroskopie, Streumethoden (z.B. Röntgendiffraktion) und Methoden am Synchrotron (Röntgenabsorption, -emission und mikroskopie) sowie Elektronenmikroskopie. Die Studierenden sind mit den Vor- und Nachteilen der jeweiligen Methode vertraut und können Ideen entwickeln, wie Struktur-Funktions-Relationen zur Optimierung von Materialeigenschaften, insbesondere die Aktivität von Katalysatoren, genutzt werden können.

**Katalyse für nachhaltige chemische Produkte und Energieträger (Grunwaldt)**

Die Studierenden haben ein grundlegendes Verständnis bedeutender biomasse-basierter Prozesse zur nachhaltigen Herstellung chemischer Produkte und von Energieträgern. Sie kennen Konzepte zur Herstellung chemischer Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen zum einen über Synthesegas und zum anderen über Plattformchemikalien direkt aus Cellulose oder Hemicellulose. Darüber hinaus erhalten die Studierenden einen Überblick über in diesen Bereichen industriell relevante Prozesse wie thermochemische Verfahren, Brennstoffzellentechnologie, Mikroverfahrenstechnik, chemische Energiespeicher und Biotechnologie.

**Spektroskopie und Beugungsmethoden am Synchrotron: Physikalisch-chemische Grundlagen und Anwendungen in der Katalyse (Grunwaldt)**

Die Studierenden haben ein grundlegendes Verständnis der besonderen Eigenschaften von Synchrotronstrahlung, sowie einen Überblick über verschiedene Synchrotronstrahlungsquellen, Strahlführungen und die dort eingesetzten spektroskopischen Verfahren und Streumethoden. Sie sind mit den physikalisch-chemischen Grundlagen dieser Techniken sowie deren Stärken und Schwächen im Hinblick auf spezielle Probensysteme und Anwendungen in der Katalyse vertraut, können die apparativen Anforderungen an katalytische Experimente unter realistischen Reaktionsbedingungen einschätzen und haben am Beispiel der Röntgenabsorptionsspektroskopie erste Erfahrungen in der Messdaten-Auswertung gesammelt.

**Technologien und Ressourcen für erneuerbare Energien: Von Wind und Solar zu chemischen Energieträgern (Grunwaldt/Kiener)**

Grundlagen für derzeitige und künftige Strategien von Wind- und Solarenergie zu chemischen Energieträgern wie Wasserstoff, Wasserstoffverbindungen und Kohlenwasserstoffen werden den Studierenden vermittelt. Das fluktuierende Aufkommen erneuerbarer Energien stellt an technische Systeme bislang nicht bewältigte Herausforderungen, deren technische und ökonomische Lösung gemeinsam von verschiedenen Fachdisziplinen erbracht werden muss. Diese Probleme und aktuelle Strategien zu deren Lösung werden in dieser Fortgeschrittenenvorlesung sowohl grundlegend als auch anwendungsorientiert unter Beteiligung von Experten aus Nachbardisziplinen behandelt. Wichtige Aspekte sind ein Verständnis zu: elektrische Energie und Leistung, Netzinfrastrukturen, Strommarkt und Strombörse, Umwandlung zu chemischer Energie, Batterien, Herstellung von Wasserstoff, Power to X, etc. sowie systemische Betrachtungen.

**Modellierung und Simulation chemischer Reaktoren (Deutschmann)**

Die Studierenden haben ein grundlegendes Verständnis für die zur Beschreibung chemischer Reaktoren relevanten physikalischen und chemischen Prozesse und können diese in mathematische Modelle (insbesondere Transportgleichungen) überführen. Sie kennen numerische Verfahren zur Lösung der resultierenden algebraischen und differentiellen Gleichungssysteme. Sie können am Beispiel heterogen-katalysierter Gasphasenreaktionen mit vorhandener Software 0, 1, 2 bzw. 3-dimensionale numerische Simulationen ausführen und deren Ergebnisse interpretieren.

**Numerische Modellierung von Mehrphasenströmungen (Wörner)**

Die Studierenden können die physikalischen Grundlagen von Mehrphasenströmungen (mit Schwerpunkt auf Gas-Flüssig-Strömungen) darlegen und die spezifischen Vorteile, Nachteile und Einschränkungen verschiedener numerischer Methoden und Modelle benennen. Darauf basierend sind die Studierenden in der Lage, für mehrphasige Strömungen in der Energietechnik, Verfahrenstechnik und der technischen Chemie geeignete numerische Methoden und Modelle auszuwählen, und die Simulationsergebnisse kritisch zu bewerten.

**Einführung in die Optimierung in der Chemischen Technik (Suntz)**

Die Studierenden erhalten einen Einblick in die vielfältigen Optimierungsverfahren und deren Anwendungsfelder. Die mathematischen Zusammenhänge ausgewählter Optimierungsmethoden, wie beispielsweise des Simplex-Algorithmus, werden formuliert und anhand von Beispielen diskutiert.

**Laserspektroskopie in reaktiven Strömungen (Suntz)**

Den Studierenden werden im ersten Teil der Vorlesung die physikalischen Grundlagen der Molekülspektroskopie sowie des Lasers vermittelt. Der zweite Teil der Vorlesung widmet sich dann den verschiedenen Lasertypen, die für die Untersuchung reaktiver- und nicht-reaktiver Strömungen relevant sind. Dabei werden die physikalischen Funktionsmechanismen der einzelnen optischen Komponenten der jeweiligen Laser detailliert diskutiert.

**Wissenschaftliches Programmieren mit Python: Chemisches Gleichgewicht (Deutschmann, Tischer)**

Die Studierenden erhalten einen Überblick über grundlegende Konzepte in der Programmiersprache Python (Syntax, Datentypen, Ein- und Ausgabe, Funktionen, objektorientiertes Programmieren, Fehlersuche). Sie können physikalisch-chemische Eigenschaften von Stoffen in geeignete objektorientierte Datenstrukturen überführen. Sie kennen elementare Algorithmen zur Lösung linearer und nicht-linearer Gleichungssysteme sowie zum Sortieren. Am Beispiel der Berechnung des chemischen Gleichgewichts eines beliebigen Gasgemisches werden die Studierenden in die Lage versetzt, ein strukturiertes Programm zu schreiben.

**Moderne Methoden zur Synthese und Charakterisierung von Makromolekülen, Teil I oder II (Théato)**

Die Studierenden erlangen ein umfangreiches, vertieftes Verständnis zu Synthesemethoden von Makromolekülen und deren Charakterisierung. Sie lernen die verschiedenen Techniken der Massenspektrometrie kennen und anhand ausgewählter Beispiele wird die die Strukturaufklärung von Polymeren mittels Massenspektrometrie näher erläutert. Dabei wird u.a. auf verschiedene Polymerarchitekturen und Topologien, Photoinitiation, Polymerabbau und Polymerisationsmechanismusaufklärung eingegangen. Desweiteren erhalten die Studierenden einen Einblick in praktische Aspekte von Chromatographiemethoden und der Massenspektrometrie einschliesslich multi-dimensionaler Methoden. Seitens der modernen Methoden zur Synthese von Makromolekülen liegt der Fokus insbesondere auf der Darstellung von Präzisionspolymeren, deren Darstellung in Lösung sowie Verankerung auf Oberflächen und dreidimensionalen Polymerisationsmethoden. Zudem werden moderne Methoden der Oberflächenanalytik behandelt.

**Einführung in die Rheologie (Wilhelm)**

Die Studierenden können die physikalischen Grundlagen der Rheologie und die verschiedenen möglichen Experimente und zur Verfügung stehende Analysegeräte erläutern und je nach Anwendungszweck geeignete Experimente auswählen. Sie können das Fließverhalten von polymeren Schmelzen und kolloidalen Systemen und den Zusammenhang zu resultierenden Anwendungseigenschaften analysieren. Ebenso können Sie die physikalischen Grundlagen und verschiedene Modelle zur Beschreibung des Fließverhaltens von Polymeren benennen und die jeweiligen Hintergründe detailliert wiedergeben.

**Charakterisierungsmethoden von Polymeren (Wilhelm)**

Die Studierenden können die verschiedenen für die Anwendung interessanten Eigenschaften von Polymeren benennen und den Zusammenhang mit der molekularen Struktur detailliert analysieren. Sie können grundlegende Charakterisierungsmethoden an Polymeren und deren physikalische Hintergründe benennen und anwenden. Zudem können Sie auch einen Überblick über die fortgeschrittenen Charakterisierungsmethoden geben, auch hier können Sie die physikalischen Hintergründe analysieren und mögliche Anwendungen benennen und erläutern.

**NMR-Spektroskopie an Polymeren (Wilhelm)**

Die Studierenden können die Grundlagen der NMR-Spektroskopie wiedergeben und erläutern, sowohl für NMR in Lösung als auch für Festkörper-NMR. Sie kennen verschiedene Experimente und moderne Techniken wie z.B. 2D-Analysen. Die Studierenden kennen die Besonderheiten der NMR-Spektren von Polymeren im Vergleich zu organischen Substanzen und können die Zusammenhänge zwischen Mikrostruktur und resultierenden Spektren erkennen und erklären. Zudem wissen Sie über die verschiedenen Möglichkeiten der Festkörper-NMR zur Polymercharakterisierung Bescheid und können auch den physikalischen Hintergrund dieser Methoden erläutern.

### **Instrumentelle Analytik (Wilhelm)**

Die Studierenden können einen Überblick über moderne Analytikmöglichkeiten in der Spektroskopie, der Spektrometrie und der Chromatographie mit Focus auf die Polymeranalytik wiedergeben und die physikalischen Grundlagen erläutern. Sie können geeignete Charakterisierungsmethoden für eine gegebene Problemstellung auswählen und verschiedene Methoden bzgl. ihrer Vorteile und Nachteile miteinander vergleichen. Zudem können Sie typische Anwendungen für Fragestellung an Polymeren benennen und erläutern.

### **Inhalt**

Wissenschaftliches Arbeiten incl. Literaturrecherche durch selbstständiges Bearbeiten eines größeren Themas aus der aktuellen Forschung des für dieses Modul gewählten Arbeitskreises in der Technischen Chemie und Polymerchemie.

Mögliche Arbeitskreise (z.Z.):

Chemische Technik

Chemische Technik und Katalyse

Polymere Materialien

Präparative Makromolekulare Chemie

Angewandte Spektroskopie

andere Arbeitskreise auf Anfrage beim Institut evtl. möglich

### **Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der Modulabschlussprüfung.

### **Arbeitsaufwand**

A) Vertiefungsvorlesungen

Präsenzzeit in den Vorlesungen: 60 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 180 h

Summe: 240 h (8 LP)

B) Arbeitsgruppenseminar

Präsenzzeit im Seminar: 30 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung eines Vortrags zu einem wissenschaftlichen Thema und Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 30 h

Summe: 60 h (2 LP)

C) Vertiefungspraktikum "Chemische Technik" bzw. „Polymerchemie“

Präsenzzeit im Praktikum: 240 h (6 Wochen ganztags)

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung eines Vortrags zur Vertiefungsarbeit, Niederschrift der Arbeit und Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 240 h

Summe: 480 h (16 LP)

Zusätzlich sind in das Modul die Schlüsselqualifikationen „IT-Kompetenz (Datenbankrecherchen)“, „Vortragstechniken“ und „Fachliche Sprachkompetenzen (Englisch)“ im Umfang von 2 Leistungspunkten (60 h) integriert.

Gesamtaufwand im Modul: 840 h (28 LP)

**Lehr- und Lernformen**

Das Modul besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

A) 2 Vertiefungsvorlesungen (2x2 SWS, 2x4 LP, Wahlpflicht, SS/WS)

B) Arbeitsgruppenseminar (2 SWS, 2 LP, Wahlpflicht, SS/WS)

C) Vertiefungspraktikum (18 SWS, 16 LP, Wahlpflicht, SS/WS)

Der Bericht zum Vertiefungspraktikum soll im Regelfall 4 Wochen nach Abschluss des Praktikums, spätestens aber nach 6 Wochen zur Korrektur vorgelegt werden.

Für A) kann in Absprache mit dem Betreuer gewählt werden aus:\*

- Chemische Technik III (verpflichtend im Schwerpunkt Chemische Technik, wenn noch nicht in anderem Modulen belegt)
- Aktuelle Konzepte in heterogenkatalytischen industriellen Prozessen (Grunwaldt)
- Moderne Charakterisierungsmethoden für Materialien und Katalysatoren (Grunwaldt)
- Katalyse für nachhaltige chemische Produkte und Energieträger (Grunwaldt)
- Spektroskopie und Beugungsmethoden am Synchrotron: Physikalisch-chemische Grundlagen und Anwendungen in der Katalyse (Grunwaldt)
- Technologien und Ressourcen für erneuerbare Energien: Von Wind und Solar zu chemischen Energieträgern (Grunwaldt/Kiener)
- Modellierung und Simulation chemischer Reaktoren (Deutschmann)
- Numerische Modellierung von Mehrphasenströmungen (Wörner)
- Einführung in die Optimierung in der Chemischen Technik (Suntz)
- Laserspektroskopie in reaktiven Strömungen (Suntz)
- Wissenschaftliches Programmieren mit Python: Chemisches Gleichgewicht (Deutschmann, Tischler)
- Moderne Methoden zur Synthese und Charakterisierung von Makromolekülen, Teil I oder II (Théato)
- Einführung in die Rheologie (Wilhelm)
- Charakterisierungsmethoden von Polymeren (Wilhelm)
- NMR-Spektroskopie an Polymeren (Wilhelm)
- Instrumentelle Analytik (Wilhelm)
- Anwendungen der Festkörper-NMR (Wilhelm)
- weitere Vorlesungen nach Absprache

\* Die Vorlesungen werden z.T. unregelmäßig angeboten.

Hinweis: Bereits in anderen Modulen im Bachelor und im Master belegte Vorlesungen können nicht erneut eingebracht werden.

Für C) kann ein Vertiefungspraktikum an einem der vier Lehrstühle des Instituts für Technische Chemie und Polymerchemie gewählt werden

Folgende Leistungen sind zu erbringen:

- Vertiefungspraktikum (C), bestehend aus Durchführung des Praktikums inkl. Anfertigung einer wissenschaftlichen Gepflogenheiten entsprechenden schriftlichen Abschlussarbeit (Studienleistung), Vortrag zum Vertiefungspraktikum (Studienleistung)
- Modulabschlussprüfung (mündliche Prüfungsleistung)

**Literatur**

Abhängig vom gewählten Arbeitskreis und vom Thema, aktuelle wissenschaftliche Fachpublikationen

## M

**2.14 Modul: Vertiefungsmodul Anorganische Chemie (M14-AC) [M-CHEMBIO-101809]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Frank Breher  
 Prof. Dr. Helmut Ehrenberg  
 Prof. Dr. Claus Feldmann  
 Prof. Dr. Horst Geckeis  
 Prof. Dr. Annie Powell  
 Prof. Dr. Peter Roesky  
 Prof. Dr. Mario Ruben

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften

**Bestandteil von:** [Vertiefungsfach](#)

| Leistungspunkte | Notenskala   | Turnus         | Dauer      | Sprache | Level | Version |
|-----------------|--------------|----------------|------------|---------|-------|---------|
| 28              | Zehntelnoten | Jedes Semester | 2 Semester | Deutsch | 4     | 1       |

| Pflichtbestandteile |  |       |  |
|---------------------|--|-------|--|
| T-CHEMBIO-103492    | <a href="#">Vertiefungsvorlesungen Anorganische Chemie (8 LP)</a> ,<br><a href="#">Arbeitsgruppenseminar (2 LP)</a> , <a href="#">Vertiefungspraktikum Anorganische Chemie (16 LP)</a> , <a href="#">Schlüsselqualifikationen (2 LP)</a> | 28 LP |  |

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Abschlussprüfung (ca. 30 min) über die zuvor abgeschlossenen Bestandteile des Moduls:

- Vertiefungspraktikum sowie Vortrag darüber.
- Seminarvortrag über ein wissenschaftliches Thema; Seminarvortrag und Vortrag über das Vertiefungspraktikum können ggf. zusammengefasst werden.
- Vertiefungsvorlesungen im Umfang von 4 SWS; Die Wahl der Vertiefungsvorlesungen sollte idealerweise im Vorfeld mit dem Betreuer abgesprochen werden.

**Voraussetzungen**

Bestandenes Fortgeschrittenenmodul „Anorganische Chemie für Bachelor-Studierende“ oder „Anorganische Chemie für Master-Studierende“.

Alle Bestandteile des Moduls (s. „Prüfung/Erfolgskontrollen“) müssen vor der Modulabschlussprüfung absolviert sein.

**Qualifikationsziele**

Die Studierenden besitzen ein vertieftes Verständnis der Anorganischen Chemie. Dieses umfasst die fortgeschrittene Stoffchemie der Elemente sowie Kenntnisse über Bindungskonzepte, Synthesemethoden und die Eigenschaften von chemischen Substanzen und Materialien. Hierauf aufbauend werden moderne anorganische Substanzen und Funktionsmaterialien beleuchtet. Studierende sollen zudem in die Lage versetzt werden, die wesentlichen Strategien und Konzepte zu verstehen und die Bedeutung der Anorganischen Chemie für die künftige wirtschaftlich-technische Entwicklung zu bewerten. Mit der Kenntnis verschiedener Teilgebiete der Anorganischen Chemie, welche die metallorganische Chemie und Koordinationschemie, die Katalyse, die Festkörperchemie, die Bioanorganische Chemie, die Supramolekulare Chemie, die Chemie von Nanomaterialien und magnetischen Molekülen umfasst, sind die Studierenden in der Lage, unter Anleitung ein Vertiefungspraktikum in einem Arbeitskreis zu absolvieren. Sie können moderne analytische Methoden zur Charakterisierung anwenden.

**Vorlesung "Anorganische Funktionsmaterialien"**

Die Studierenden können Materialien und Materialeigenschaften anorganischer Verbindungen auch im Hinblick auf vertiefte Aspekte benennen. Sie können den Zusammenhang zwischen Struktur und Eigenschaften herstellen. Die Synthese und Modifizierung anorganischer Funktionsmaterialien kann beschrieben werden. Neue Aspekte und Entwicklungen der Materialeigenschaften anorganischer Verbindungen können benannt und im Hinblick auf das Potential für die praktische Anwendung bewertet werden.

**Vorlesung "Nanomaterialien"**

Die Studierenden können die essentiellen Grundlagen der Synthese, Stabilisierung, Funktionalisierung und Charakterisierung von Nanomaterialien erklären. Wichtige Nanomaterialien und ihre Eigenschaften sind bekannt. Die Studierenden können den Zusammenhang von Partikelgröße und Partikeleigenschaften erklären. Sie kennen wichtige Eigenschaften von Nanomaterialien im Hinblick auf unterschiedliche Anwendungsbereiche.

**Vorlesung "Hauptgruppenchemie"**

Die Studenten besitzen ein vertieftes Wissen über die Hauptgruppenchemie, dass aufbauend auf den grundständigen Vorlesungen vermittelt und signifikant vertieft wurde. Die Studenten beherrschen die weiterführende Stoff-chemie aller Hauptgruppenelemente (Metall- und Nichtmetalle). Die beinhaltet u.a. die Kenntnisse über die Synthese von niedervalenten Hauptgruppenverbindungen. Es können zudem grundlegende Konzepte, wie das CGMT Modell angewendet werden.

**Vorlesung "Elementorganische Chemie der Hauptgruppen"**

Die Studierenden besitzen ein fortgeschrittenes Wissen zu Synthesemethoden in der elementorganischen Chemie. Die Studierenden können die Effekte benennen und erläutern, die die Struktur, die Eigenschaften, die Stabilität, und die chemischen Reaktivitäten von elementorganischen Verbindungen der Hauptgruppen bestimmen. Sie können Anwendungen an ausgewählten Beispielen benennen.

**Vorlesung "Moderne Konzepte der Organometall- und Koordinationschemie"**

Die Studierenden besitzen ein fortgeschrittenes Wissen zu Bindungskonzepten und Synthesestrategien in der metallorganischen Chemie. Die Studierenden können die grundlegenden Reaktionstypen von metallorganischen Verbindungen im Detail benennen und erklären, und können Möglichkeiten zur Synthese, Analysemethoden sowie Anwendung der Verbindungen in der chemischen Synthese und der Katalyse benennen und erläutern. Sie können die Metall-Ligand-Bindung in Komplexen mit MO-theoretischen Modellen beschreiben und das Erlernte auch auf andere Verbindungen und Reaktionen anwenden.

**Bioanorganische Chemie**

Die Studierenden beherrschen fortgeschrittene Kenntnisse über die Konzepte der bioanorganischen Chemie. Sie kennen die wichtigsten Typen von relevanten Biomolekülen und besitzen ein Wissen über den Aufbau, die Strukturen und die Funktion von ausgewählten Metallo-Proteinen. Sie sind in der Lage, die Wechselwirkungen zwischen biologischen und geologischen Zuständen mit Hilfe von Biogeologischen-Zyklen zu beschreiben.

**Metallo-supramolekulare Chemie**

Die Studierenden kennen grundlegende Konzepte der Supramolekularen Chemie. Sie kennen den Einfluss von Metallzentren und sekundären Baueinheiten auf Supramolekulare Systeme und können Koordinationspolymere terminologisch beschreiben. Die Studierenden kennen grundlegende Metall-organische Netzwerke (MOFs), deren Struktur und Eigenschaften. Weiterhin kennen sie grundlegende Eigenschaften, wie Magnetismus, Lumineszenz oder Katalyse, supramolekularer Verbindungen.

**Vorlesung "Symmetrie und Struktur in der Anorganischen Chemie"**

Die Studierenden besitzen ein fortgeschrittenes Wissen zur Anwendung der Symmetrie und Gruppentheorie in der Anorganischen Chemie. Die Studierenden können die wichtigsten gruppentheoretischen Parameter im Detail benennen und erklären und sind in der Lage, Elektronenstrukturen und Molekülschwingungen von anorganischen Verbindungen im Detail zu erläutern.

**Arbeitsgruppenseminar**

Die Studierenden lernen die Präsentation aktueller wissenschaftlicher Ergebnisse aus der Literatur und aus der aktuellen Forschung des entsprechenden Arbeitskreises. Sie lernen aktuelle Ergebnisse in einen wissenschaftlichen Rahmen einzuordnen und Literaturrecherche zu betreiben.

**Vertiefungspraktikum "Anorganische Chemie"**

Mit der Kenntnis verschiedener Teilgebiete der Anorganischen Chemie, welche die metallorganische Chemie und Koordinationschemie, die Katalyse, die Festkörperchemie, die Bioanorganische Chemie, die Supramolekulare Chemie, die Chemie von Nanomaterialien und magnetischen Molekülen umfassen kann, sind die Studierenden in der Lage, ein wissenschaftliches Teil-projekt unter Anleitung teilweise eigenständig zu bearbeiten. Sie können dabei selbstständig anorganische Synthesen durchführen, den Erfolg eben-dieser abschätzen und die Ergebnisse mittels moderne analytische Methoden analysieren

**Inhalt****Vorlesung „Anorganische Funktionsmaterialien“**

- Klassische Hochtemperaturkeramiken und Hartstoffe
- Farbpigmente - vom Ägyptisch-Blau zum Bragg-Stagg
- Leuchtstoffe und Lumineszenz
- Schnelle Ionenleiter und moderne Batteriesysteme
- Supraleiter: Metalle, Legierungen, Cuprate und neueste Entwicklungen
- Poröse Netzwerke: vom Zeolith zum Metal-Organic-Framework (MOF)
- Transparente Leitfähige Oxide und Dünnschichtsolarzellen
- Magnetpigmente: von der magnetischen Speicherung zur magnetischen Abschirmung
- Aus Wärme wird Strom - Thermoelektrika
- Vom Fulleren zum faserverstärkten Verbundwerkstoff
- Andere moderne Anorganische Funktionsmaterialien

**Vorlesung „Nanomaterialien“**

- Was sind Nanomaterialien? - Einordnung und historischer Rückblick
- Was Nanomaterialien vom makroskopischen Festkörper unterscheidet
- Keimbildung und Keimwachstum: erfolgreiche Synthese von Nanomaterialien
- Spezielle analytische Methoden zur Charakterisierung von Nanomaterialien
- Oberflächenausstattung: sterische und elektrostatische Stabilisierung
- Ausgewählte Synthesestrategien: keine bzw. vollständige Separation der Reaktionsräume
- Besondere Morphologien: Hohlkugeln, Stäbchen und Röhren
- Besondere Eigenschaften von Nanomaterialien: Photonische Kristalle, Quantenpunkte, Superparamagnete, Dünnschichtsolarzellen (Grätzel-Zelle), Kontrastmittel und Therapeutika für die Medizin, selbstreinigende Oberflächen / Lotus-Effekt, Dünnschichtelektronik, Leuchtdioden, etc.

**Vorlesung „Elementorganische Chemie der Hauptgruppen“**

- Allgemeines
- Alkyl- und Arylverbindungen
- Synthesemethoden
- Ausgewählte Elemente (Alkalimetalle, Erdalkalimetalle, Gruppe 13, Gruppe 14, Gruppe 15)
- Cyclopentadienylverbindungen der Hauptgruppen
- Ein- und Mehrfachbindungssysteme
- Käfige und Cluster

**Vorlesung „Konzepte der Anorganisch-Physikalischen Chemie“**

- Elektrochemie (grundsätzliche Konzepte und kinetische Aspekte, die Dreieckspannungsmethode)
- Cyclovoltammetrie an metallorganischen Verbindungen (Redox-Reagentien, Redox-induzierte strukturelle Änderungen, Redox-induzierte Änderungen der Reaktivität)
- EPR-Spektroskopie (theoretischer Hintergrund und Instrumentierung, Beispiele aus der metallorganischen Chemie)
- Gemischtvalente Verbindungen (Elektrokommunikation)
- Gekoppelte Methoden (Spektroelektrochemie)
- Dynamische Phänomene in der NMR-Spektroskopie

**Vorlesung „Moderne Konzepte der Organometall- und Koordinationschemie“**

- Bindungskonzepte und Synthesestrategien (Sterische, elektronische und Bindungseigenschaften von Phosphanen und Carbenen, Die Metall-Olefin-Bindung: Von der ersten Synthese bis zur aktuellen Beschreibung, Koordinierte sigma-Bindungen, Mehrfachbindungen zwischen einatomigen Liganden und Metallzentren, A priori „unerwartete“ Wechselwirkungen und verzerrte Strukturen)
- Grundlegende Reaktionstypen (Substitutionsreaktionen, Oxidative Addition und Reduktive Eliminierung, Einschleppungs- und Eliminierungsreaktionen, Nukleophiler und elektrophiler Angriff auf Liganden)
- Komplexe in der Katalyse (Ausgewählte homogenkatalytische Verfahren, Aktivierung kleiner Moleküle, Immobilisierte Homogenkatalysatoren)

**Vorlesung „Symmetrie und Struktur in der Anorganischen Chemie“**

- Einführung in die Sprache der Gruppentheorie (Symmetrioperationen und -elemente, Punktgruppen, Charaktertafeln, irreduzible Darstellungen, Orthonormalitätsbeziehungen, Projektionsoperatormethode)
- Symmetrie und Elektronenstruktur (z. B. Walsh-Diagramme, Elektronenüberschußverbindungen, Molekülinversion und -pseudorotation, Borane: eine Bindungsanalyse)
- Schwingungen von Molekülen (z. B. Normalschwingungen, Symmetriekoordinaten, Auswahlregeln)

**Vorlesung “Bioanorganische Chemie”**

- General concepts in bioinorganic chemistry
- Chemical and biological evolution
- Amino acids, peptides and protein structure
- Metalloproteins and their functions
- Heterocyclic metal units with special emphasis on haem proteins and haemoglobin
- Nitrogen fixation and Nitrogenase. Discussion of protein crystallography, EXAFS and Mössbauer spectroscopy for protein structure elucidation
- Zinc hydrolytic proteins and Carbonic anhydrase. Metal replacement studies and zinc characterization.
- Photosynthesis and the structure and function of Photosystem II.
- Biogeochemical cycles with special emphasis on carbon, oxygen, nitrogen and calcium and magnesium
- Biomineralisation

**Vorlesung “Metallo-supramolekulare Chemie”**

- General concepts in supramolecular chemistry
- Role of metal centres in supramolecular systems. Secondary building units.
- Description of coordination polymers in terms of dimensionality (1D, 2D, 3D). Chains, ladders, sheets, frameworks.
- Schläfli symbols to describe topology.
- Pillared structures.
- Metal Organic Frameworks (MOFs) – structures and properties.
- Properties such as magnetism, luminescence, porosity, catalysis.
- Super Metal Organic Frameworks (SMOFs).
- Concept of metal cluster aggregate as spacer.

**Seminar**

Diskussion und Präsentation aktueller wissenschaftlicher Ergebnisse aus der Literatur und aus dem Arbeitskreis.

**Praktikum**

Bearbeitung eines wissenschaftlichen Teilprojekts unter Anleitung des betreuenden Assistenten.

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der Modulabschlussprüfung.

**Arbeitsaufwand**

A) Vertiefungsvorlesungen "Anorganische Chemie"

Präsenzzeit in der Vorlesung: 60 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 180 h

Summe: 240 h (8 LP)

B) Arbeitsgruppenseminar

Präsenzzeit im Seminar: 30 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung eines Vortrags zu einem wissenschaftlichen Thema und Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 30 h

Summe: 60 h (2 LP)

C) Vertiefungspraktikum "Anorganische Chemie"

Präsenzzeit im Praktikum: 240 h (6 Wochen ganztags)

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung eines Vortrags zur Vertiefungsarbeit, Niederschrift der Arbeit und Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 240 h

Summe: 480 h (16 LP)

Zusätzlich sind in das Modul die Schlüsselqualifikationen „IT-Kompetenz (Datenbankrecherchen)“, „Vortragstechniken“ und „Fachliche Sprachkompetenzen (Englisch)“ im Umfang von 2 Leistungspunkten (60 h) integriert.

Gesamtaufwand im Modul: 840 h (28 LP)

**Lehr- und Lernformen**

Das Modul besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

A) Vertiefungsvorlesungen "Anorganische Chemie" (insgesamt 4 SWS, 8 LP, Wahlpflicht, Sommer- und Wintersemester)

B) Arbeitsgruppenseminar (2 SWS, 2 LP, Wahlpflicht, Sommer- und Wintersemester)

C) Vertiefungspraktikum "Anorganische Chemie" (18 SWS, 16 LP, Wahlpflicht, Sommer- und Wintersemester)

Der Bericht zum Vertiefungspraktikum soll im Regelfall 4 Wochen nach Abschluss des Praktikums, spätestens aber nach 6 Wochen zur Korrektur vorgelegt werden.

Für A) kann gewählt werden aus

- Anorganische Funktionsmaterialien
- Nanomaterialien
- Elementorganische Chemie der Hauptgruppen
- Konzepte der Anorganisch-Physikalischen Chemie
- Moderne Konzepte der Organometall- und Koordinationschemie
- Bioanorganische Chemie
- Metallo-supramolekulare Chemie
- Symmetrie und Struktur in der Anorganischen Chemie
- weitere Vorlesungen nach Absprache

Folgende Leistungen sind zu erbringen:

- Vertiefungspraktikum "Anorganische Chemie", hierin Durchführung des Praktikums, Anfertigung einer wissenschaftlichen Gepflogenheiten entsprechenden schriftlichen Abschlussarbeit, Vortrag zu einem Anorganisch-Chemischen Thema und zum Vertiefungspraktikum (Studienleistung)
- Modulabschlussprüfung (mündliche Prüfungsleistung)

**Literatur**

- Spezielle Literatur, Fachzeitschriften
- Lehrbücher der Anorganischen Chemie

## M

**2.15 Modul: Vertiefungsmodul Biochemie (M14-BC) [M-CHEMBIO-101813]**

**Verantwortung:** Dr. Birgid Langer  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften  
**Bestandteil von:** [Vertiefungsfach](#)

**Leistungspunkte**  
28

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Jedes Semester

**Dauer**  
2 Semester

**Sprache**  
Deutsch

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |  |       |  |
|---------------------|--|-------|--|
| T-CHEMBIO-103496    | Vertiefungsvorlesungen Biochemie (8 LP), Arbeitsgruppenseminar (2 LP), Vertiefungspraktikum Biochemie (16 LP), Schlüsselqualifikationen (2 LP) | 28 LP |  |

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Abschlussprüfung (ca. 30 min) über die Bestandteile des Moduls:

- Vertiefungspraktikum sowie Vortrag darüber.
- Seminarvortrag über ein wissenschaftliches Thema; Seminarvortrag und Vortrag über das Vertiefungspraktikum können ggf. zusammengefasst werden.
- Vertiefungsvorlesungen im Umfang von 4 SWS; Die Wahl der Vertiefungsvorlesungen sollte idealerweise im Vorfeld mit dem Betreuer abgesprochen werden.

**Voraussetzungen**

Ein abgeschlossenes Modul „Biochemie für Master-Studierende der Studienvariante A“ ist Voraussetzung für die Zulassung zum Vertiefungspraktikum.

Arbeitskreis, Praktikumsthema und Zeitraum werden direkt mit dem Dozenten abgesprochen.

Alle Bestandteile des Moduls (s. „Prüfung/Erfolgskontrollen“) müssen vor der Modulabschlussprüfung absolviert sein.

**Qualifikationsziele**

Nach Abschluss des Modules können die Studierenden ihre Fachkenntnis und die modernen Methoden der Biochemie auf komplexere wissenschaftliche Fragestellungen anwenden. Sie haben sich in den beiden Vorlesungen und dem Vertiefungspraktikum ein breites und vertieftes Wissen über einzelne, selbst ausgewählte Forschungsaspekte im Bereich der Biochemie und Chemischen Biologie (z.B. Strukturbiologie, Biomolekulare Mikro- und Nanostrukturen) angeeignet. Sie können den Wert und die Risiken ihres Forschungsaspektes für die Gesellschaft einschätzen und sind damit befähigt, gesellschaftlich verantwortlich zu handeln.

**2 Vertiefungsvorlesungen aus dem Bereich Biochemie, Chemische Biologie, oder Chemie, z.B.:**

- Physiologie und Anatomie I (WS) und II (SS)
- Immunologie (SS)
- Chemische Biologie I (WS) oder II (SS)
- Biomolekulare Mikroanalytik (SS)
- Biochemie der Ernährung I (WS) oder II (SS)
- Moleküldynamik-Simulationen (SS)
- Chemische Genetik (WS)
- Modellierung der Struktur und Dynamik von Biomolekülen (WS)
- Strukturbestimmung (SS)
- Biophysik I (WS) oder II (SS)
- Themenabhängige Seminarveranstaltungen (Ulrich, jedes Semester)
- Arbeitsgruppenseminar

**Vertiefungspraktikum**

Die Studenten sind in der Lage, wissenschaftliche Teilprojekte unter Anleitung zu recherchieren, planen und durchzuführen. Sie können die Ergebnisse unter Berücksichtigung der Fachliteratur auswerten und daraus in Diskussion mit der betreuenden Person ihr weiteres Vorgehen ableiten. Sie sind in der Lage, ihre Ergebnisse unter Berücksichtigung der Fachliteratur in deutscher oder englischer Sprache mündlich zu präsentieren und kontrovers zu diskutieren.

**Inhalt****Vorlesungen**

Vertiefte Aspekte der Biochemie, Chemischen Biologie oder Chemie

**Seminar**

Diskussion und Präsentation von aktuellen wissenschaftlichen Ergebnissen aus dem Arbeitskreis.

**Vertiefungspraktikum**

Inhalt je nach Einführungsprojekt unter Anleitung einer betreuenden Person

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der Modulabschlussprüfung.

**Arbeitsaufwand**

A) 2 Vertiefungsvorlesungen aus dem Bereich Biochemie, Chemische Biologie oder Chemie

Summe 240 h (8 LP)

B) Arbeitsgruppenseminar:

Präsenzzeit im Seminar 30 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung eines Vortrages zu einem wissenschaftlichen Thema und Prüfungsvorbereitung: 30 h

Summe 60 h (2 LP)

C) Vertiefungspraktikum

Präsenzzeit im Praktikum: 6 Wochen ganztags (240 h)

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung eines Vortrags zur Vertiefungsarbeit, Niederschrift der Arbeit und Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 240 h

Summe: 480 h (16 LP)

Zusätzlich sind in das Modul die Schlüsselqualifikationen „IT-Kompetenz (Datenbankrecherchen)“, „Vortragstechniken“ und „Fachliche Sprachkompetenzen (Englisch)“ im Umfang von 2 Leistungspunkten (60 h) integriert.

Gesamtaufwand im Modul: 840 h (28 LP)

**Lehr- und Lernformen**

Das Modul besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

- A) 2 Lehrveranstaltungen aus dem Bereich der Biochemie, Chemischen Biologie oder Chemie gemäß Vereinbarung mit den Modulkoordinatoren (2×2 SWS, 2×4 LP, Wahlpflicht, SS/WS)
  - B) Arbeitsgruppenseminar (2 SWS, 2 LP, Wahlpflicht, SS/WS)
  - C) Vertiefungspraktikum (18 SWS, 16 LP, Wahlpflicht, SS/WS)
- Der Bericht zum Vertiefungspraktikum soll im Regelfall 4 Wochen nach Abschluss des Praktikums, spätestens aber nach 6 Wochen zur Korrektur vorgelegt werden.

Folgende Leistungen sind zu erbringen:

- Vertiefungspraktikum, beinhaltet Durchführung des Praktikums, Anfertigung einer den wissenschaftlichen Gepflogenheiten entsprechenden schriftlichen Abschlussarbeit, Vortrag zum bearbeiteten Thema unter Einbeziehung der aktuellen Literatur (Studienleistung)
- Modulabschlussprüfung (mündliche Prüfungsleistung)

**Literatur**

Biologie Anatomie Physiologie / Nicole Menche, 2016 (Elsevier)

Introduction to protein structure / Brändén, Carl-Ivar , 1999 (Garland) Protein-lipid interactions / Mateo, C. Reyes [Hrsg.] , 2008 (Springer)

Biophysical analysis of membrane proteins / Pebay-Peyroula, Eva [Hrsg.] , 2008 (Wiley-VCH) Bioanalytik / Lottspeich, Friedrich [Hrsg.] , 2006 (Spektrum) <http://www.cis.rit.edu/htbooks/nmr/bnmr.htm>

Melinda Duer "Solid state NMR spectroscopy"

Fribolin "Ein- und Zweidimensionale NMR-Spektroskopie - Eine Einführung (Wiley-VCH) M. Levitt "Spin Dynamics. Basics of Nuclear Magnetic Resonance"

## M

**2.16 Modul: Vertiefungsmodul Organische Chemie (M14-OC) [M-CHEMBIO-101810]**

**Verantwortung:** Dr. Andreas Rapp  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften  
**Bestandteil von:** [Vertiefungsfach](#)

**Leistungspunkte**  
28

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Jedes Semester

**Dauer**  
2 Semester

**Sprache**  
Deutsch

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |  |       |  |
|---------------------|--|-------|--|
| T-CHEMBIO-103493    | Vertiefungsvorlesungen Organische Chemie (8 LP), Arbeitsgruppenseminar (2 LP), Vertiefungspraktikum Organische Chemie (16 LP), Schlüsselqualifikationen (2 LP) | 28 LP |  |

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Abschlussprüfung (ca. 30 min) über die zuvor abgeschlossenen Bestandteile des Moduls:

- Vertiefungspraktikum sowie Vortrag darüber.
- Seminarvortrag über ein wissenschaftliches Thema; Seminarvortrag und Vortrag über das Vertiefungspraktikum können ggf. zusammengefasst werden.
- Vertiefungsvorlesungen im Umfang von 4 SWS; Die Wahl der Vertiefungsvorlesungen sollte idealerweise im Vorfeld mit dem Betreuer abgesprochen werden.

**Voraussetzungen**

Bestandenes Fortgeschrittenenmodul „Organische Chemie für Bachelor-Studierende“ oder „Organische Chemie für Master-Studierende“.

Der/die Studierende legt dazu bei Herrn Dr. Rapp einen Notenauszug vor.

Arbeitskreis, Praktikumsthema und Zeitraum werden direkt mit dem Dozenten abgesprochen.

Alle Bestandteile des Moduls (s. „Prüfung/Erfolgskontrollen“) müssen vor der Modulabschlussprüfung absolviert sein.

**Qualifikationsziele**

Die Studierenden haben eine vertiefte Kenntnis in einzelnen Bereichen der Organischen Chemie. Sie können auch komplexe Zusammenhänge in diesen Bereichen nachvollziehen und wiedergeben.

Sie können ein wissenschaftliches Teilprojekt unter Anleitung recherchieren, planen und durchführen, können Ergebnisse bewerten und Rückschlüsse für ein weiteres Vorgehen ziehen. Sie können die Ergebnisse der wissenschaftlichen Arbeit auswerten und unter Einbeziehung von Ergebnissen aus der Literatur diskutieren. Sie können ihre Ergebnisse mündlich präsentieren und diskutieren.

**Vertiefungspraktikum**

Die Studierenden können sich in ein Forschungsthema einarbeiten und können dieses unter Anleitung planen, durchführen und detailliert in einer wissenschaftlichen Abschlussarbeit auswerten und beschreiben. Sie sind in der Lage, die Forschung weitgehend selbstständig zu planen und durchzuführen.

**Biosynthese von Naturstoffen**

Die Studierenden können alle Naturstoffklassen und alle biosynthetischen Reaktionstypen benennen. Sie können die biosynthetischen Reaktionspfade der wichtigsten Naturstoffe bzw. Naturstoffklassen erläutern und können auch komplexe Biosynthesewege verstehen und nachvollziehen. Sie können Möglichkeiten zur Aufklärung von Biosynthesewegen benennen und wissen, wie man das Erlernte in der Medizinalchemie, in der Agrochemie oder in der Synthese von Wirkstoffen anwenden kann. Sie können biologische Eigenschaften der wichtigsten Naturstoffe benennen und können die Grundzüge der jeweiligen Biosynthesewege erläutern.

**Molekülorbitale und organisch-chemische Reaktionen**

Die Studierenden können die Effekte benennen und erläutern, die die Struktur, die Eigenschaften, die Stabilität, die spektroskopische Daten und die chemischen Reaktivitäten von chemischen Verbindungen bestimmen. Sie können MO-Diagramme erstellen und hieraus diese Effekte ableiten. Sie können das Erlernte auf andere Verbindungen und Reaktionen anwenden.

**Syntheseplanung**

Die Studierenden können Strategien zur Planung von mehrstufigen Synthesen entwerfen und bewerten und sind in der Lage, retrosynthetische Analysen auch für komplexe Totalsynthesen durchzuführen. Sie können Beispiele für die möglichen Strategien benennen.

**Arbeitsgruppenseminar**

Die Studierenden können Ihre Ergebnisse präsentieren und erklären. Sie können Ihre Ergebnisse im Forschungsumfeld der Arbeitsgruppe einordnen. Die Studierenden haben einen Überblick über aktuelle relevante Forschung.

**Metallorganische Chemie (Bräse)**

Die Studierenden kennen die wichtigsten Synthese und Transformationen in der metallorganischen Chemie. Strukturen und Eigenschaften werden beherrscht. Querbeziehungen zur Anorganischen Chemie sind bekannt.

**Chemie der Heterocyclen (Bräse)**

Die Bezeichnung und Benennung von Heterocyclen wird beherrscht. Für die wichtigsten Heterocyclentypen sind Eigenschaften, Synthesen und Transformationen bekannt.

**Natur- und Wirkstoffsynthese (Bräse)**

Die Studierenden kennen die verschiedenen Naturstoffklassen und die jeweiligen wichtigsten Vertreter sowie deren Synthesen. Basierend auf diesem Wissen werden Wirkstoffe hinsichtlich ihrer Synthese analysiert und diskutiert.

**Glycochemie (Bräse)**

Die verschiedenen Kohlenhydratklassen sind bekannt und können zugeordnet werden. Darüberhinaus ist die biologische Wirkung an exemplarischen Strukturen bekannt. Die Synthese von Mono-, Oligo- und Polysacchariden wird detailliert beherrscht.

**Bioorganische Chemie (Wagenknecht)**

Die Studierenden kennen die organische Chemie von Oligopeptiden, Nucleotiden und Oligonucleotiden sowie Oligosacchariden, auch in den automatisierten Varianten. Die Studierenden kennen an aktuellen und ausgewählten Beispielen die Bedeutung organisch-synthetisch hergestellter Werkzeuge und entsprechende bioorthogonale Ligationen für die Untersuchung biologischer Fragestellungen, wie DNA-Schäden und –Reparatur, artifizielle DNA-Basenpaare, Genexpression, artifizielle Enzyme, Ribozyme, Enzymmodelle, Kohlenhydratantigene und Glykobiologie.

**Organische Photochemie und Photokatalyse (Wagenknecht)**

Die Studierenden kennen die photochemischen und photophysikalischen Grundlagen für organische funktionellen Gruppen und Chromophoren. Sie können die grundlegenden photochemisch-organischen Reaktionen und deren Anwendung in der Naturstoffsynthese. Die Studierenden kennen die Photokatalyse mit sichtbarem Licht unter Verwendung von Übergangsmetallkomplexe und organischen Farbstoffen. Sie können Photokatalysecyclen formulieren und einordnen. Sie kennen molekulare Schalter, photolabile Gruppen und deren Anwendung in der organischen und bioorganischen Chemie.

**Chemie der Aminosäuren und Peptide (Podlech)**

Die Studierenden können die Chemie der Aminosäuren und Peptide im Detail benennen und erklären, und können Möglichkeiten zur Synthese, Analysemethoden sowie Funktion und Anwendung der Verbindungen in der chemischen Synthese und in der Natur benennen und erläutern. Sie können Anwendungen in der Medizinalchemie nachvollziehen.

**Nachhaltige Chemie mit nachwachsenden Rohstoffen (Meier)**

Die Studierenden kennen die wichtigsten Klassen nachwachsender Rohstoffe sowie deren Verwendungsmöglichkeiten. Die Studierenden können unterschiedliche Reaktionen aufgrund ihrer Nachhaltigkeit einordnen und Vorschläge zum Design nachhaltiger Reaktionen machen.

**Homogene Katalyse (Meier)**

Die Studierenden kennen die Grundlagen der homogenen Katalyse und die Elementarschritte katalytischer Reaktionen. Sie kennen zudem eine Reihe von ausgewählten Katalysecyclen und können neue Katalysecyclen einordnen und Vorschläge zur Anpassung des Katalysators an für neue Herausforderungen unterbreiten.

**Mehrdimensionale NMR-Spektroskopie (Luy)**

Den Studierenden wird eine Einführung in die mehrdimensionale NMR-Spektroskopie gegeben, die für die adäquate Analyse in der modernen Organischen Chemie im Hinblick auf Konstitution, Konfiguration und Konformation unerlässlich ist. Die wichtigsten modernen 2D-NMR Experimente werden in ihrem Aufbau und Informationsgehalt erklärt und es wird die Fähigkeit erlernt, entsprechende Spektren im Hinblick auf zu erwartende Signale und Artefakte beurteilen zu können.

**Inhalt****Vorlesungen**

Vertiefte Aspekte der Organischen Chemie, z.B. der Photochemie, der Heterocyclenchemie, der metallorganischen Chemie, der Aminosäure/Peptidchemie, der Kohlenhydratchemie etc.

**Seminar**

Diskussion und Präsentation aktueller wissenschaftlicher Ergebnisse aus der Literatur und aus dem Arbeitskreis.

**Praktikum**

Bearbeitung eines wissenschaftlichen Teilprojekts unter Anleitung eines betreuenden Assistenten.

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der Modulabschlussprüfung.

**Arbeitsaufwand**

A) Vertiefungsvorlesung "Organische Chemie"

Präsenzzeit in der Vorlesung: 30 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 90 h

Summe: 120 h (4 LP)

B) Vertiefungsvorlesung "Organische Chemie"

Präsenzzeit in der Vorlesung: 30 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 90 h

Summe: 120 h (4 LP)

C) Arbeitsgruppenseminar

Präsenzzeit im Seminar: 30 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung eines Vortrags zu einem wissenschaftlichen Thema und Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 30 h

Summe: 60 h (2 LP)

D) Vertiefungspraktikum "Organische Chemie"

Präsenzzeit im Praktikum: 240 h (6 Wochen ganztags)

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung eines Vortrags zur Vertiefungsarbeit, Niederschrift der Arbeit und Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 240 h

Summe: 480 h (16 LP)

Zusätzlich sind in das Modul die Schlüsselqualifikationen „IT-Kompetenz (Datenbankrecherchen)“, „Vortragstechniken“ und „Fachliche Sprachkompetenzen (Englisch)“ im Umfang von 2 Leistungspunkten (60 h) integriert.

Gesamtaufwand im Modul: 840 h (28 LP)

**Lehr- und Lernformen**

Das Modul besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

- A) Vertiefungsvorlesung "Organische Chemie" (2 SWS, 4 LP, Wahlpflicht)
  - B) Vertiefungsvorlesung "Organische Chemie" (2 SWS, 4 LP, Wahlpflicht)
  - C) Arbeitsgruppenseminar (2 SWS, 2 LP, Wahlpflicht, jedes Semester)
  - D) Vertiefungspraktikum "Organische Chemie" (18 SWS, 16 LP, Wahlpflicht, jedes Semester)
- Der Bericht zum Vertiefungspraktikum soll im Regelfall 4 Wochen nach Abschluss des Praktikums, spätestens aber nach 6 Wochen zur Korrektur vorgelegt werden.

Für A) und B) kann gewählt werden aus\*

- Metallorganische Chemie (Bräse)
- Chemie der Heterocyclen (Bräse)
- Natur- und Wirkstoffsynthese (Bräse)
- Glycochemie (Bräse)
- Bioorganische Chemie (Wagenknecht)
- Photochemie (Wagenknecht)
- Chemie der Aminosäuren und Peptide (Podlech)
- Biosynthese von Naturstoffen (Podlech)
- Molekülorbitale in der Organischen Chemie (Podlech)
- Syntheseplanung (Podlech)
- Organische und makromolekulare Chemie nachwachsender Rohstoffe (Meier)
- Homogene Katalyse (Meier)
- • weitere Vorlesungen nach Absprache

Für B) kann gewählt werden aus\*

- Nanobiotechnologie (Fruk)
- Mehrdimensionale NMR-Spektroskopie (Luy)
- Bioanalytische Methoden und Techniken (Luy)
- weitere Vorlesungen nach Absprache

\* Die Vorlesungen werden z.T. unregelmäßig angeboten.

Folgende Leistungen sind zu erbringen:

- Vertiefungspraktikum "Organische Chemie", hierin Durchführung des Praktikums, Anfertigung einer wissenschaftlichen Gepflogenheiten entsprechenden schriftlichen Abschlussarbeit, Vortrag zu einem Organisch-Chemischen Thema und zum Vertiefungspraktikum (Studienleistung)
- Modulabschlussprüfung (mündliche Prüfungsleistung)

**Literatur**

Literatur wird in den einzelnen Lehrveranstaltungen benannt.

## M

**2.17 Modul: Vertiefungsmodul Physikalische Chemie (M14-PC) [M-CHEMBIO-101811]**

**Verantwortung:** PD Dr. Detlef Nattland  
apl. Prof. Dr. Andreas-Neil Unterreiner

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften

**Bestandteil von:** [Vertiefungsfach](#)

**Leistungspunkte**  
28

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Jedes Semester

**Dauer**  
2 Semester

**Sprache**  
Deutsch

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |  |       |  |
|---------------------|--|-------|--|
| T-CHEMBIO-103494    | Vertiefungsvorlesungen Physikalische Chemie (8 LP), Arbeitsgruppenseminar (2 LP), Vertiefungspraktikum Physikalische Chemie (16 LP), Schlüsselqualifikationen (2 LP) | 28 LP |  |

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Abschlussprüfung (ca. 30 min) über die Bestandteile des Moduls:

- Vertiefungspraktikum sowie Vortrag darüber.
- Seminarvortrag über ein wissenschaftliches Thema; Seminarvortrag und Vortrag über das Vertiefungspraktikum können ggf. zusammengefasst werden.
- Vertiefungsvorlesungen im Umfang von 4 SWS; Die Wahl der Vertiefungsvorlesungen sollte idealerweise im Vorfeld mit dem Betreuer abgesprochen werden.

**Voraussetzungen**

Bestandenes Fortgeschrittenenmodul „Physikalische Chemie für Bachelor-Studierende“ oder „Physikalische Chemie für Master-Studierende“.

Arbeitskreis, Praktikumsthema und Zeitraum werden direkt mit dem Dozenten abgesprochen.

Alle Bestandteile des Moduls (s. „Prüfung/Erfolgskontrollen“) müssen vor der Modulabschlussprüfung absolviert sein.

**Qualifikationsziele**

Die Studierenden haben eine vertiefte Kenntnis in einzelnen Bereichen der Physikalischen Chemie. Sie können auch komplexe Zusammenhänge in diesen Bereichen nachvollziehen und wiedergeben.

Sie können ein wissenschaftliches Teilprojekt unter Anleitung recherchieren, planen und durchführen, können Ergebnisse bewerten und Rückschlüsse für ein weiteres Vorgehen ziehen. Sie können die Ergebnisse der wissenschaftlichen Arbeit auswerten und unter Einbeziehung von Ergebnissen aus der Literatur diskutieren. Sie können ihre Ergebnisse mündlich präsentieren und diskutieren.

**Vertiefungspraktikum "Physikalische Chemie"**

Die Studierenden können sich in ein Forschungsthema im Bereich der Physikalischen Chemie einarbeiten und können dieses unter Anleitung planen, durchführen und detailliert in einer wissenschaftlichen Abschlussarbeit auswerten und beschreiben. Sie sind in der Lage, die Forschung weitgehend selbstständig zu planen und durchzuführen.

**Arbeitsgruppenseminar**

Die Studierenden können sich in ein selbstgewähltes, aktuelles Thema der Physikalischen Chemie einarbeiten und darüber in Form eines 30-minütigen Vortrags referieren. Sie können ihr Projekt im Vertiefungspraktikum in Form eines zehnminütigen Vortrags referieren.

**Vertiefungsvorlesung "Physikalische Chemie"**

siehe den Kanon der Wahlpflichtvorlesungen im Modul A13-PC

**A) Vertiefungsvorlesung "Physikalische Chemie"**

Präsenzzeit in der Vorlesung: 30 h

Präsenzzeit in der Übung: 15 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 75 h

Summe: 120 h (4 LP)

**B) Vertiefungsvorlesung "Physikalische Chemie"**

Präsenzzeit in der Vorlesung: 30 h

Präsenzzeit in der Übung: 15 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 75 h

Summe: 120 h (4 LP)

**C) Arbeitsgruppenseminar**

Präsenzzeit im Seminar: 30 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung eines Vortrags zu einem wissenschaftlichen Thema und Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 60 h

Summe: 90 h (3 LP)

**D) Vertiefungspraktikum "Physikalische Chemie"**

Präsenzzeit im Praktikum: 240 h (6 Wochen ganztags)

Vor- und Nachbereitung, Niederschrift der Arbeit und Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 210 h

Summe: 450 h (15 LP)

Zusätzlich sind in das Modul die Schlüsselqualifikationen „IT-Kompetenz (Datenbankrecherchen)“, „Vortragstechniken“ und „Fachliche Sprachkompetenzen (Englisch)“ im Umfang von 2 Leistungspunkten (60 h) integriert.

Gesamtaufwand im Modul: 840 h (28 LP)

**Inhalt****Vorlesungen**

Vertiefte Aspekte der Physikalischen Chemie, z.B. noch nicht eingebrachte Vorlesungen aus dem Kanon im Modul AC13-PC, Wahlvorlesungen, die im Institut in unregelmäßiger Folge angeboten wurden, nach Rücksprache mit dem Mentor auch externe und Fächerübergreifende Vorlesungen

**Seminar**

Diskussion und Präsentation aktueller wissenschaftlicher Ergebnisse aus der Literatur und aus dem Arbeitskreis. In diesem Rahmen Vortrag (Länge ca. 40 min.), davon ca. 30 min. zu einem aktuellen Thema und 10 min. zur Vertiefungsarbeit

**Praktikum**

Bearbeitung eines wissenschaftlichen Teilprojekts unter Anleitung eines betreuenden Assistenten.

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der Modulabschlussprüfung.

**Arbeitsaufwand**

A) Vertiefungsvorlesung "Physikalische Chemie"

Präsenzzeit in der Vorlesung: 30 h

Präsenzzeit in der Übung: 15 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 75 h

Summe: 120 h (4 LP)

B) Vertiefungsvorlesung "Physikalische Chemie"

Präsenzzeit in der Vorlesung: 30 h

Präsenzzeit in der Übung: 15 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 75 h

Summe: 120 h (4 LP)

C) Arbeitsgruppenseminar

Präsenzzeit im Seminar: 30 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung eines Vortrags zu einem wissenschaftlichen Thema und Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 60 h

Summe: 90 h (3 LP)

D) Vertiefungspraktikum "Physikalische Chemie"

Präsenzzeit im Praktikum: 240 h (6 Wochen ganztags)

Vor- und Nachbereitung, Niederschrift der Arbeit und Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 210 h

Summe: 450 h (15 LP)

Zusätzlich sind in das Modul die Schlüsselqualifikationen „IT-Kompetenz (Datenbankrecherchen)“, „Vortragstechniken“ und „Fachliche Sprachkompetenzen (Englisch)“ im Umfang von 2 Leistungspunkten (60 h) integriert.

Gesamtaufwand im Modul: 840 h (28 LP)

**Lehr- und Lernformen**

Das Modul besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

- A) Vertiefungsvorlesung "Physikalische Chemie" mit Übung (2+1 SWS, 4 LP, Wahlpflicht, Wahl)
  - B) Vertiefungsvorlesung "Physikalische Chemie" mit Übung (2+1 SWS, 4 LP, Wahlpflicht Wahl)
  - C) Arbeitsgruppenseminar (2 SWS, 3 LP, Wahlpflicht, jedes Semester)
  - D) Vertiefungspraktikum "Physikalische Chemie" (16 SWS, 15 LP, Wahlpflicht, ganzjährig (nach Absprache))
- Der Bericht zum Vertiefungspraktikum soll im Regelfall 4 Wochen nach Abschluss des Praktikums, spätestens aber nach 6 Wochen zur Korrektur vorgelegt werden.

Für A) und B) kann gewählt werden aus

- siehe den Kanon der Wahlpflichtvorlesungen im Modul A13-PC
- Wahlvorlesungen des Instituts für Physikalische Chemie wie im Vorlesungsverzeichnis ausgewiesen
- externe und fächerübergreifende Angebote nach Absprache mit dem Mentor

(Hinweis: Bereits im Bachelor und im Master belegte Vorlesungen können nicht erneut eingebracht werden.)

Folgende Leistungen sind zu erbringen:

- Vertiefungspraktikum "Physikalische Chemie", hierin Durchführung des Praktikums, Anfertigung einer wissenschaftlichen Gepflogenheiten entsprechenden schriftlichen Abschlussarbeit, (Studienleistung)
- Ein Vortrag zu einem Physikalisch-Chemischen Thema, darin enthalten ein Vortrag zum Vertiefungspraktikum (Studienleistung)
- Modulabschlussprüfung (mündliche Prüfungsleistung)

**Literatur**

Literatur wird in den einzelnen Lehrveranstaltungen benannt.

## M

**2.18 Modul: Vertiefungsmodul Radiochemie (M14-RC) [M-CHEMBIO-101815]**

**Verantwortung:** Prof. Dr. Horst Geckeis  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften  
**Bestandteil von:** [Vertiefungsfach](#)

**Leistungspunkte**  
28

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Jedes Semester

**Dauer**  
2 Semester

**Sprache**  
Deutsch

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |  |       |  |
|---------------------|--|-------|--|
| T-CHEMBIO-103498    | Vertiefungsvorlesungen Radiochemie (8 LP),<br>Arbeitsgruppenseminar (2 LP), Vertiefungspraktikum Radiochemie<br>(16 LP), Schlüsselqualifikationen (2 LP) | 28 LP |  |

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Abschlussprüfung (ca. 30 min) über die Bestandteile des Moduls:

- Vertiefungspraktikum sowie Vortrag darüber.
- Seminarvortrag über ein wissenschaftliches Thema; Seminarvortrag und Vortrag über das Vertiefungspraktikum können ggf. zusammengefasst werden.
- Vertiefungsvorlesungen im Umfang von 4 SWS; Die Wahl der Vertiefungsvorlesungen sollte idealerweise im Vorfeld mit dem Betreuer abgesprochen werden.

**Voraussetzungen**

Ein abgeschlossenes Modul „Radiochemie für Master-Studierende der Studienvariante A“ ist Voraussetzung für die Zulassung zum Vertiefungspraktikum.

Arbeitskreis, Praktikumsthema und Zeitraum werden direkt mit dem Dozenten abgesprochen.

Alle Bestandteile des Moduls (s. „Prüfung/Erfolgskontrollen“) müssen vor der Modulabschlussprüfung absolviert sein.

**Qualifikationsziele**

Die Studierenden besitzen ein vertieftes Verständnis in verschiedenen radiochemischen Forschungsbereichen. Diese umfassen geochemische Aspekte der Chemie der Radionuklide, ihr Verhalten in wässrigen Lösungen, an Fest-/Flüssig-Grenzflächen, ihre Redoxchemie, Kolloidbildung und Bildung aquatischer Komplexe. Weitere Themen betreffen die metallorganische Chemie und Koordinationschemie von Radioelementen, trennchemische Aspekte der Radionuklide sowie ihr Einbau in feste Matrices. Die Studierenden können fortgeschrittene analytische und spektroskopische Methoden auf radiochemische Fragestellungen anwenden. Sie können ein wissenschaftliches Teilprojekt unter Anleitung planen und durchführen und die relevante Literatur recherchieren, auswerten und ihre experimentellen Ergebnisse vor diesem Hintergrund diskutieren und präsentieren.

**Vertiefungspraktikum "Radiochemie"**

Die Studierenden können sich in ein Forschungsthema einarbeiten, unter Anleitung ein experimentelles Programm entwickeln und planen. Ergebnisse und Messdaten werden ausgewertet und in Form einer wissenschaftlichen Abschlussarbeit dargestellt und diskutiert. Die Studierenden sind in der Lage ein vorgegebenes Forschungsthema weitgehend selbständig durchzuführen und Ergebnisse konsistent zu interpretieren und verständlich zu präsentieren.

**Arbeitsgruppenseminar**

Die Studierenden werden vertraut mit den aktuellen Fragestellungen nuklear-chemischer Forschung im Themenumfeld der nuklearen Entsorgung. Im Rahmen des Seminars werden Projekte behandelt, die sich mit geo/chemischen Aspekten der Langzeitsicherheit der Endlagerung radioaktiver Abfälle, grundlegenden Fragen der Radionuklidkoordinationschemie, dem Rückbau kerntechnischer Anlagen, der Immobilisierung und Trennchemie von Radionukliden, dem Strahlenschutz sowie relevanten Themen der Gewinnung von Geoenergie befassen. Die Studierenden erfahren dabei wissenschaftliche Vorgehensweisen und konkrete Strategien zur Beantwortung wissenschaftlicher Fragestellungen.

**Chemie der f-Elemente (Altmaier)**

Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse zu grundlegenden chemischen Eigenschaften der f-Elemente (Lanthaniden und Actiniden), und reflektieren diese anhand ausgesuchter Beispiele aus verschiedenen Forschungs- bzw. Anwendungsgebieten. Der Schwerpunkt der Vorlesung liegt auf der f-Element Chemie in wässrigen Systemen und stellt insbesondere die Actinidenchemie in den Kontext aktueller wissenschaftlich/technischer Entwicklungen.

**Einführung in die Geochemie (Neumann)**

Die Studierenden erwerben Kenntnisse über die grundlegenden Gesetzmäßigkeiten, die zur Entstehung der chemischen Elemente geführt haben. Sie besitzen Kenntnisse über den Stoffbestand der Erde und über die Mechanismen der chemischen Entwicklung und Differenzierung der Erde. Darüber hinaus kennen die Studierenden die spezifischen Eigenschaften der chemischen Elemente hinsichtlich der Bildung von Mineralen und Gesteinen. Sie besitzen grundlegende Kenntnisse über die Geochemie der wichtigsten Systeme von radioaktiven und stabilen Isotopen und erlangen ein Grundverständnis über die chemischen Prozesse bei der Gesteinsverwitterung und Sedimentbildung.

Siehe weiterhin Vorlesungskanon des Moduls M14-AC

**Inhalt**

Instrumentelle Analytik zur Radionuklidanalytik und -speziation

- Kernspektroskopie (a-, b-, g-Spektroskopie)
- Atomspektrometrische Methoden (AAS, ICP-OES, ICP-MS)
- Instrumentelle Trennmethode (CE, HPIC, FFF)
- Methodenkopplung (CE-ICP-MS, IC-ICP-MS, FFF-ICP-MS)
- Laserspektroskopie (TRLFS, LIBD)
- Röntgenspektroskopie (EXAFS, XANES)
- Oberflächenanalytik (XPS, SEM, AFM)
- NMR

Aquatische Chemie der Actiniden und langlebigen Spaltprodukte

- Löslichkeit
- Redoxchemie
- Reaktionen an Fest/Flüssig-Grenzflächen (Sorption)
- Mineralisationsreaktion
- Kolloidbildung
- Geochemische Modellierung
- Reaktive Transportmodellierung

Koordinationschemie der f-Elemente (Metallorganische Verbindungen)

Trennchemie der Actiniden und Spaltprodukte

Verhalten von radioaktiven Abfallformen in Endlagersystemen

Radionuklidmigration in der Geosphäre

Immobilisierung von Radionukliden

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der Modulabschlussprüfung.

**Arbeitsaufwand**

A) Vertiefungsvorlesungen in Radiochemie und Anorganische Chemie

Präsenzzeit in den Vorlesungen: 90 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 180 h

Summe: 270 h (9 LP)

B) Arbeitsgruppenseminar

Präsenzzeit im Seminar: 30 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung eines Vortrags zu einem wissenschaftlichen Thema und Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 30 h

Summe: 60 h (2 LP)

C) Vertiefungspraktikum "Radiochemie"

Präsenzzeit im Praktikum: 240 h (6 Wochen ganztags)

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung eines Vortrags zur Vertiefungsarbeit, Niederschrift der Arbeit und Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 210 h

Summe: 450 h (15 LP)

Zusätzlich sind in das Modul die Schlüsselqualifikationen „IT-Kompetenz (Datenbankrecherchen)“, „Vortragstechniken“ und „Fachliche Sprachkompetenzen (Englisch)“ im Umfang von 2 Leistungspunkten (60 h) integriert.

Gesamtaufwand im Modul: 840 h (28 LP)

**Lehr- und Lernformen**

Das Modul besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

A) Vertiefungsvorlesungen in Radiochemie und Anorganische Chemie (insgesamt 6 SWS, 9 LP)

B) Arbeitsgruppenseminar „Aktuelle Fragen zur Radiochemie“ (2 SWS, 2 LP)

C) Vertiefungspraktikum „Radiochemie“ (16 SWS, 15 LP)

Der Bericht zum Vertiefungspraktikum soll im Regelfall 4 Wochen nach Abschluss des Praktikums, spätestens aber nach 6 Wochen zur Korrektur vorgelegt werden.

Für A) sind die Vorlesungen „Instrumental Analytics“ und „Chemie der f-Elemente“ obligatorisch. Eine weitere Vorlesung kann gewählt werden aus

- Anorganische Funktionsmaterialien
- Nanomaterialien
- Elementorganische Chemie der Hauptgruppen
- Konzepte der Anorganisch-Physikalischen Chemie
- Bioanorganische Chemie
- Metallsupramolekulare Chemie

Folgende Leistungen sind zu erbringen:

- Vertiefungspraktikum „Radiochemie“; hierin Durchführung des Praktikums, Anfertigung einer wissenschaftlichen Gepflogenheiten entsprechenden schriftlichen Abschlussarbeit, Vortrag zu einem nuklearchemischen Thema und zum Vertiefungspraktikum (Studienleistung)
- Modulabschlussprüfung (mündliche Prüfungsleistung)

**Literatur**

- Spezielle Literatur, Fachzeitschriften
- Lehrbücher der Radiochemie/Geochemie

## M

**2.19 Modul: Vertiefungsmodul Theoretische Chemie (M14-TC) [M-CHEMBIO-101814]**

**Verantwortung:** PD Dr. Detlef Nattland  
Prof. Dr. Florian Weigend

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften

**Bestandteil von:** [Vertiefungsfach](#)

**Leistungspunkte**  
28

**Notenskala**  
Zehntelnoten

**Turnus**  
Jedes Semester

**Dauer**  
2 Semester

**Sprache**  
Deutsch

**Level**  
4

**Version**  
1

| Pflichtbestandteile |  |       |  |
|---------------------|--|-------|--|
| T-CHEMBIO-103497    | Vertiefungsvorlesungen Theoretische Chemie (8 LP), Arbeitsgruppenseminar (2 LP), Vertiefungspraktikum Theoretische Chemie (16 LP), Schlüsselqualifikationen (2 LP) | 28 LP |  |

**Erfolgskontrolle(n)**

Mündliche Abschlussprüfung (ca. 30 min) über die Bestandteile des Moduls:

- Vertiefungspraktikum sowie Vortrag darüber.
- Seminarvortrag über ein wissenschaftliches Thema; Seminarvortrag und Vortrag über das Vertiefungspraktikum können ggf. zusammengefasst werden.
- Vertiefungsvorlesungen im Umfang von 4 SWS; Die Wahl der Vertiefungsvorlesungen sollte idealerweise im Vorfeld mit dem Betreuer abgesprochen werden.

**Voraussetzungen**

Ein abgeschlossenes Modul „Theoretische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante(n) A“ bzw. „Physikalische Chemie für Masterstudierende der Studienvariante B (Schwerpunktfach Theoretische Chemie oder Schwerpunktfach Physik)“ ist Voraussetzung für die Zulassung zum Vertiefungspraktikum.

Arbeitskreis, Praktikumsthema und Zeitraum werden direkt mit dem Dozenten abgesprochen.

Alle Bestandteile des Moduls (s. „Prüfung/Erfolgskontrollen“) müssen vor der Modulabschlussprüfung absolviert sein.

**Qualifikationsziele**

Die Studierenden haben eine vertiefte Kenntnis in einzelnen Bereichen der Theoretischen Chemie. Sie können auch komplexe Zusammenhänge in diesen Bereichen nachvollziehen und wiedergeben.

Sie können ein wissenschaftliches Teilprojekt unter Anleitung recherchieren, planen und durchführen, können Ergebnisse bewerten und Rückschlüsse für ein weiteres Vorgehen ziehen. Sie können die Ergebnisse der wissenschaftlichen Arbeit auswerten und unter Einbeziehung von Ergebnissen aus der Literatur diskutieren. Sie können ihre Ergebnisse mündlich präsentieren und diskutieren.

**Vertiefungspraktikum "Theoretische Chemie"**

Die Studierenden können sich in ein Forschungsthema im Bereich der Theoretischen Chemie einarbeiten und können dieses unter Anleitung planen, durchführen und detailliert in einer wissenschaftlichen Abschlussarbeit auswerten und beschreiben. Sie sind in der Lage, die Forschung weitgehend selbstständig zu planen und durchzuführen.

**Arbeitsgruppenseminar**

Die Studierenden können sich in ein Thema der Theoretischen Chemie einarbeiten und darüber in Form eines 30-minütigen Vortrags referieren.

**Vertiefungsvorlesung „Theoretische Chemie“**

- „Quantenmechanik für die Chemie“
- „Gruppentheorie“
- „Methoden der Quantenchemie“
- „Theorie der chemischen Bindung“
- „Angewandte Quantenchemie“
- Weitere Spezialvorlesungen aus dem Bereich der Theoretischen Chemie oder der Theoretischen Physik nach Absprache

**Inhalt****Vorlesungen**

Vertiefte Aspekte der Theoretischen Chemie, z.B. noch nicht eingebrachte Vorlesungen aus dem Kanon im Modul A12-TC, Wahlvorlesungen, die im Institut in unregelmäßiger Folge angeboten wurden, nach Rücksprache mit dem Praktikumsleiter auch externe und Fächerübergreifende Vorlesungen

**Seminar**

Diskussion und Präsentation aktueller wissenschaftlicher Ergebnisse aus der Literatur und aus dem Arbeitskreis. In diesem Rahmen Vortrag (Länge ca. 40 min.), davon ca. 30 min. zu einem aktuellen Thema und 10 min. zur Vertiefungsarbeit

**Praktikum**

Bearbeitung eines wissenschaftlichen Teilprojekts unter Anleitung eines betreuenden Assistenten.

**Zusammensetzung der Modulnote**

Die Modulnote ist die Note der Modulabschlussprüfung.

**Arbeitsaufwand**

A) Vertiefungsvorlesung „Theoretische Chemie“

Präsenzzeit in der Vorlesung: 30 h

Präsenzzeit in der Übung: 15 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 75 h

Summe: 120 h (4 LP)

B) Vertiefungsvorlesung „Theoretische Chemie“

Präsenzzeit in der Vorlesung: 30 h

Präsenzzeit in der Übung: 15 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 75 h

Summe: 120 h (4 LP)

C) Arbeitsgruppenseminar

Präsenzzeit im Seminar: 30 h

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung eines Vortrags zu einem wissenschaftlichen Thema und Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 60 h

Summe: 90 h (3 LP)

D) Vertiefungspraktikum "Theoretische Chemie"

Präsenzzeit im Praktikum: 240 h (6 Wochen ganztags)

Vor- und Nachbereitung inkl. Vorbereitung eines Vortrags zur Vertiefungsarbeit, Niederschrift der Arbeit und Vorbereitung zur Modulabschlussprüfung: 210 h

Summe: 450 h (15 LP)

Zusätzlich sind in das Modul die Schlüsselqualifikationen „IT-Kompetenz (Datenbankrecherchen)“, „Vortragstechniken“ und „Fachliche Sprachkompetenzen (Englisch)“ im Umfang von 2 Leistungspunkten (60 h) integriert.

Gesamtaufwand im Modul: 840 h (28 LP)

**Lehr- und Lernformen**

Das Modul besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

A) Vertiefungsvorlesung „Theoretische Chemie“ mit Übung (2+1 SWS, 4 LP, Wahlpflicht/Wahl) B) Vertiefungsvorlesung „Theoretische Chemie“ mit Übung (2+1 SWS, 4 LP, Wahlpflicht/Wahl)

C) Arbeitsgruppen-/Vortrags-Seminar (2 SWS, 3 LP, Wahlpflicht)

D) Vertiefungspraktikum (16 SWS, 15 LP, Wahlpflicht)

Der Bericht zum Vertiefungspraktikum soll im Regelfall 4 Wochen nach Abschluss des Praktikums, spätestens aber nach 6 Wochen zur Korrektur vorgelegt werden.

Für A) und B) kann gewählt werden aus

- Theorievorlesungen aus den Modulen A13-PC, A12-TC, sofern sie dort noch nicht eingebracht wurden
- Wahlvorlesungen auf dem Gebiet der Theoretischen Chemie des Instituts für Physikalische Chemie wie im Vorlesungsverzeichnis ausgewiesen
- externe und fächerübergreifende Angebote nach Absprache mit dem betreuenden Dozenten

Folgende Leistungen sind zu erbringen:

- Vertiefungspraktikum; hierin Durchführung des Praktikums, Anfertigung einer wissenschaftlichen Gepflogenheiten entsprechenden schriftlichen Abschlussarbeit, ein Vortrag zu einem Theoretisch-Chemischen Thema, darin enthalten ein Vortrag zum Vertiefungspraktikum (Studienleistung)
- Modulabschlussprüfung (mündliche Prüfungsleistung)

**Literatur**

Siehe Angaben zu den Modulen AC13-PC, A12-TC; weiterführende Literatur wird von den Dozenten empfohlen.

**M****2.20 Modul: Weitere Leistungen [M-CHEMBIO-102008]****Einrichtung:** Universität gesamt**Bestandteil von:** [Zusatzleistungen](#)**Leistungspunkte**

30

**Notenskala**

best./nicht best.

**Turnus**

Jedes Semester

**Dauer**

2 Semester

**Sprache**

Deutsch

**Level**

4

**Version**

1

**Voraussetzungen**

keine

## 3 Teilleistungen

T

**3.1 Teilleistung: 2 Wahlpflichtvorlesungen Physikalische Chemie (zusammen 9 LP), Fortgeschrittenenpraktikum Physikalische Chemie - Studienvariante A und C (17 LP), Schlüsselqualifikationen (3 LP) [T-CHEMBIO-103450]**
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften

**Bestandteil von:** M-CHEMBIO-101788 - Physikalische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante A und C

**Teilleistungsart**  
 Prüfungsleistung mündlich

**Leistungspunkte**  
 29

**Notenskala**  
 Drittelnoten

**Version**  
 1

| Lehrveranstaltungen |       |   |        |                   |   |
|---------------------|-------|---|--------|-------------------|---|
| SS 2021             | 5211  | Reaktionskinetik  | 2 SWS  | Vorlesung (V) / 📺 | Schuster  |
| SS 2021             | 5212  | Übungen zur Vorlesung Reaktionskinetik  | 1 SWS  | Übung (Ü) / 📺     | Schuster, Assistenten   |
| SS 2021             | 5213  | Elektrochemie   | 2 SWS  | Vorlesung (V) / 📺 | Passerini, Bresser  |
| SS 2021             | 5214  | Übungen zur Vorlesung Elektrochemie   | 1 SWS  | Übung (Ü) / 📺     | Passerini, Bresser, Assistenten                                       |
| SS 2021             | 5233  | Physikalisch-Chemisches Praktikum für Fortgeschrittene (Studiengang Chemische Biologie) | 10 SWS | Praktikum (P) / 🎧 | Weis, Unterreiner, Bihlmeier, Die Dozenten des Instituts, Assistenten |
| SS 2021             | 5234  | Seminar zum F-Praktikum   | 2 SWS  | Seminar (S) / 📺   | Weis, Unterreiner, Bihlmeier, Die Dozenten des Instituts              |
| SS 2021             | 5248  | Quantenmechanik für die Chemie  | 2 SWS  | Vorlesung (V) / 📺 | Fink  |
| SS 2021             | 5251  | Übungen zur Vorlesung Quantenmechanik für die Chemie                                    | 1 SWS  | Übung (Ü) / 📺     | Fink, Assistenten   |
| WS 21/22            | 5213  | Molekülspektroskopie  | 2 SWS  | Vorlesung (V) / 🎧 | Unterreiner, Schooss  |
| WS 21/22            | 5214  | Übungen zur Vorlesung Molekülspektroskopie  | 1 SWS  | Übung (Ü) / 🎧     | Unterreiner, Schooss  |
| WS 21/22            | 5216  | Theorie der chemischen Bindung  | 2 SWS  | Vorlesung (V) / 🎧 | Klopper   |
| WS 21/22            | 5218  | Übungen zur Vorlesung Theorie der chemischen Bindung                                    | 1 SWS  | Übung (Ü) / 🎧     | Klopper, Assistenten  |
| WS 21/22            | 5223  | Physikalisch-chemisches Praktikum für Fortgeschrittene                                  | 10 SWS | Praktikum (P) / 🎧 | Weis, Unterreiner, Bihlmeier, Die Dozenten des Instituts              |
| WS 21/22            | 52230 | Physikalisch-chemisches Praktikum für Fortgeschrittene                                  | 10 SWS | Praktikum (P) / 🎧 | Weis, Unterreiner, Bihlmeier, Die Dozenten des Instituts              |
| WS 21/22            | 5224  | Seminar zum F-Praktikum   | 2 SWS  | Seminar (S) / 📺   | Weis, Unterreiner, Bihlmeier, Die Dozenten des Instituts              |
| WS 21/22            | 52240 | Seminar zum F-Praktikum   | 2 SWS  | Seminar (S) / 📺   | Weis, Unterreiner, Bihlmeier, Die Dozenten des Instituts              |
| WS 21/22            | 5238  | Physikalische Chemie der Grenzflächen   | 2 SWS  | Vorlesung (V)     | Böttcher, Stein   |
| WS 21/22            | 5249  | Übung zur Vorlesung Physikalische Chemie der Grenzflächen                               | 1 SWS  | Übung (Ü)         | Böttcher, Stein, Assistenten  |

Legende: 📺 Online, 🎧 Präsenz/Online gemischt, 🎧 Präsenz, ✖ Abgesagt

**Voraussetzungen**

gem. Modulhandbuch

T

**3.2 Teilleistung: 2 Wahlpflichtvorlesungen Theoretische Chemie (zusammen 9 LP), Fortgeschrittenenpraktikum Theoretische Chemie - Studienvariante A (17 LP), Schlüsselqualifikationen (3 LP) [T-CHEMBIO-103454]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften**Bestandteil von:** M-CHEMBIO-101791 - Theoretische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante A**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich**Leistungspunkte**  
29**Notenskala**  
Drittelnoten**Version**  
1

| Lehrveranstaltungen |      |   |        |                   |                                    |
|---------------------|------|---|--------|-------------------|------------------------------------|
| SS 2021             | 5237 | Praktikum Theoretische Chemie                           | 10 SWS | Praktikum (P) / ● | Klopper, Fink                      |
| SS 2021             | 5248 | Quantenmechanik für die Chemie                          | 2 SWS  | Vorlesung (V) / 📺 | Fink                               |
| SS 2021             | 5251 | Übungen zur Vorlesung<br>Quantenmechanik für die Chemie | 1 SWS  | Übung (Ü) / 📺     | Fink, Assistenten                  |
| WS 21/22            | 5216 | Theorie der chemischen Bindung                          | 2 SWS  | Vorlesung (V) / 🔄 | Klopper                            |
| WS 21/22            | 5218 | Übungen zur Vorlesung Theorie<br>der chemischen Bindung | 1 SWS  | Übung (Ü) / 🔄     | Klopper, Assistenten               |
| WS 21/22            | 5227 | Praktikum Theoretische Chemie                           | 10 SWS | Praktikum (P) / 🔄 | Fink, Höfener,<br>Harding, Klopper |

Legende: 📺 Online, 🔄 Präsenz/Online gemischt, ● Präsenz, ✕ Abgesagt

**Voraussetzungen**

gem. Modulhandbuch

T

**3.3 Teilleistung: Festkörperchemie (3 LP), Metallorganische Chemie (3 LP),  
Chemie der Übergangsmetalle (3 LP), Fortgeschrittenenpraktikum Anorganische  
Chemie - Studienvariante A und C (17 LP), Schlüsselqualifikationen (3 LP) [T-  
CHEMBIO-103441]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften**Bestandteil von:** M-CHEMBIO-101766 - Anorganische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante A und C

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 29              | Drittelnoten | 1       |

| Lehrveranstaltungen |      |   |        |                   |   |
|---------------------|------|---|--------|-------------------|---|
| SS 2021             | 5008 | Anorganische Chemie für Fortgeschrittene: Festkörperchemie                                      | 2 SWS  | Vorlesung (V) / 📺 | Feldmann  |
| SS 2021             | 5009 | Anorganische Chemie für Fortgeschrittene: Metallorganische Chemie                               | 2 SWS  | Vorlesung (V) / 📺 | Roesky  |
| SS 2021             | 5027 | Anorganisch-chemisches Praktikum für Fortgeschrittene (Chemie Master, Studienvarianten A und C) | 17 SWS | Praktikum (P) / 🎧 | Hinz, Gamer, Assistenten, Breher, Feldmann, Powell, Roesky, Ruben |
| SS 2021             | 5030 | Seminar zum Anorganisch-chemischen Praktikum für Fortgeschrittene                               | 2 SWS  | Seminar (S) / 📺   | Gamer, Hinz, Assistenten, Breher, Feldmann, Powell, Roesky, Ruben |
| WS 21/22            | 5006 | Anorganische Chemie für Fortgeschrittene, Teil III: Chemie der Übergangsmetalle                 | 2 SWS  | Vorlesung (V) / 🎧 | Hanf  |
| WS 21/22            | 5027 | Anorganisch-chemisches Praktikum für Fortgeschrittene (Chemie Master, Studienvarianten A und C) | 17 SWS | Praktikum (P) / 🎧 | Gamer, Hinz, Assistenten, Breher, Feldmann, Powell, Roesky, Hanf  |
| WS 21/22            | 5030 | Seminar zum Anorganisch-chemischen Praktikum für Fortgeschrittene                               | 2 SWS  | Seminar (S) / 🎧   | Gamer, Hinz, Breher, Feldmann, Powell, Roesky, Ruben, Hanf        |

Legende: 📺 Online, 🎧 Präsenz/Online gemischt, 🎧 Präsenz, ✖ Abgesagt

**Voraussetzungen**

gem. Modulhandbuch

T

**3.4 Teilleistung: Festkörperchemie (3 LP), Metallorganische Chemie (3 LP), Fortgeschrittenenpraktikum Anorganische Chemie - Studienvariante B (12 LP), Schlüsselqualifikationen (3 LP) [T-CHEMBIO-103472]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften**Bestandteil von:** M-CHEMBIO-101805 - Anorganische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante B**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich**Leistungspunkte**  
21**Notenskala**  
Drittelnoten**Version**  
1

| Lehrveranstaltungen |      |  |        |                   |  |
|---------------------|------|--|--------|-------------------|--|
| SS 2021             | 5008 | Anorganische Chemie für Fortgeschrittene: Festkörperchemie                               | 2 SWS  | Vorlesung (V) / 📺 | Feldmann   |
| SS 2021             | 5009 | Anorganische Chemie für Fortgeschrittene: Metallorganische Chemie                        | 2 SWS  | Vorlesung (V) / 📺 | Roesky   |
| WS 21/22            | 5028 | Anorganisch-chemisches Praktikum für Fortgeschrittene (Chemie Master, Studienvariante B) | 12 SWS | Praktikum (P) / 🎯 | Gamer, Hinz, Assistenten, Breher, Feldmann, Powell, Roesky, Hanf |
| WS 21/22            | 5030 | Seminar zum Anorganisch-chemischen Praktikum für Fortgeschrittene                        | 2 SWS  | Seminar (S) / 🗨️  | Gamer, Hinz, Breher, Feldmann, Powell, Roesky, Ruben, Hanf       |

Legende: 📺 Online, 🗨️ Präsenz/Online gemischt, 🎯 Präsenz, x Abgesagt

**Voraussetzungen**

gem. Modulhandbuch

T

### 3.5 Teilleistung: Masterarbeit [T-CHEMBIO-103491]

**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften

**Bestandteil von:** [M-CHEMBIO-101817 - Modul Masterarbeit](#)

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala    | Version |
|------------------|-----------------|---------------|---------|
| Abschlussarbeit  | 30              | Drittelpnoten | 1       |

#### Voraussetzungen

Alle anderen Module des Studiengangs müssen abgeschlossen sein.

#### Modellierte Voraussetzungen

Es müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden:

1. Die Teilleistung T-CHEMBIO-104459 - Voraussetzung Masterarbeit muss erfolgreich abgeschlossen worden sein.

#### Abschlussarbeit

Bei dieser Teilleistung handelt es sich um eine Abschlussarbeit. Es sind folgende Fristen zur Bearbeitung hinterlegt:

|                                    |          |
|------------------------------------|----------|
| <b>Bearbeitungszeit</b>            | 6 Monate |
| <b>Maximale Verlängerungsfrist</b> | 3 Monate |
| <b>Korrekturfrist</b>              | 4 Wochen |

T

**3.6 Teilleistung: Organische Chemie III (4 LP), Organische Chemie IV (4 LP),  
Spektroskopiekurs (4 LP), Fortgeschrittenenpraktikum Organische Chemie -  
Studienvariante A und C (14 LP), Schlüsselqualifikationen (3 LP) [T-  
CHEMBIO-103444]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften**Bestandteil von:** M-CHEMBIO-101787 - Organische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante A und C

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 29              | Drittelnoten | 1       |

| Lehrveranstaltungen |       |  |        |                 |   |
|---------------------|-------|--|--------|-----------------|---|
| SS 2021             | 05114 | Organisch-Chemisches Fortgeschrittenenpraktikum (M.Ed. Chemie)   | 10 SWS | Praktikum (P) / | Mitarbeiter, Rapp, Bräse, Wagenknecht, Meier, Podlech                 |
| SS 2021             | 5102  | Organische Chemie III  | 3 SWS  | Vorlesung (V) / | Wagenknecht   |
| SS 2021             | 5109  | Organisch-chemisches Fortgeschrittenenpraktikum (für Studierende der Chemie, Studiengang A, und der Chemischen Biologie)                   | 17 SWS | Praktikum (P) / | Rapp, Bräse, Meier, Podlech, Wagenknecht, Assistenten                 |
| SS 2021             | 5111  | Seminar zum organisch-chemischen Fortgeschrittenenpraktikum  | 2 SWS  | Seminar (S) /   | Rapp, Bräse, Meier, Podlech, Wagenknecht                              |
| SS 2021             | 5115  | Spektroskopiekurs  | 4 SWS  | Seminar (S) /   | Rapp, Bräse, Luy, Podlech, Wagenknecht, Tsotsalas                     |
| WS 21/22            | 5103  | Organische Chemie IV   | 3 SWS  | Vorlesung (V)   | Bräse   |
| WS 21/22            | 5113  | Organisch-Chemisches Fortgeschrittenenpraktikum (für Studierende der Chemie, Studiengang A, sowie für Studierende der Chemischen Biologie) | 17 SWS | Praktikum (P) / | Mitarbeiter, Rapp, Bräse, Wagenknecht, Meier, Podlech                 |
| WS 21/22            | 5114  | Seminar zum Fortgeschrittenenpraktikum   | 2 SWS  | Seminar (S) /   | Meier, Podlech, Bräse, Rapp, Wagenknecht, Levkin, Pianowski, Bizzarri |
| WS 21/22            | 5122  | Spektroskopiekurs  | 4 SWS  | Seminar (S) /   | Rapp, Bräse, Podlech, Wagenknecht, Luy, Meier, Tsotsalas              |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Voraussetzungen**

gem. Modulhandbuch

T

**3.7 Teilleistung: Organische Chemie III (4 LP), Spektroskopiekurs (4 LP), Fortgeschrittenenpraktikum Organische Chemie - Studienvariante B (10 LP), Schlüsselqualifikationen (3 LP) [T-CHEMBIO-103473]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften**Bestandteil von:** M-CHEMBIO-101806 - Organische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante B

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 21              | Drittelnoten | 1       |

| Lehrveranstaltungen |      |   |        |                 |   |
|---------------------|------|---|--------|-----------------|---|
| SS 2021             | 5102 | Organische Chemie III   | 3 SWS  | Vorlesung (V) / | Wagenknecht   |
| SS 2021             | 5110 | Organisch-chemisches Fortgeschrittenenpraktikum (für Studierende der Chemie, Studiengang B) | 10 SWS | Praktikum (P) / | Rapp, Bräse, Meier, Podlech, Wagenknecht, Assistenten                 |
| SS 2021             | 5111 | Seminar zum organisch-chemischen Fortgeschrittenenpraktikum                                 | 2 SWS  | Seminar (S) /   | Rapp, Bräse, Meier, Podlech, Wagenknecht                              |
| SS 2021             | 5115 | Spektroskopiekurs   | 4 SWS  | Seminar (S) /   | Rapp, Bräse, Luy, Podlech, Wagenknecht, Tsotsalas                     |
| WS 21/22            | 5114 | Seminar zum Fortgeschrittenenpraktikum  | 2 SWS  | Seminar (S) /   | Meier, Podlech, Bräse, Rapp, Wagenknecht, Levkin, Pianowski, Bizzarri |
| WS 21/22            | 5121 | Organisch-Chemisches Fortgeschrittenenpraktikum (für Studierende der Chemie, Studiengang B) | 10 SWS | Praktikum (P) / | Mitarbeiter, Rapp, Bräse, Podlech, Wagenknecht, Meier                 |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Voraussetzungen**

gem. Modulhandbuch

**T****3.8 Teilleistung: Platzhalter Schlüsselqualifikationen 1 [T-CHEMBIO-103834]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften**Bestandteil von:** [M-CHEMBIO-101818 - Schlüsselqualifikationen](#)

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala        | Turnus       | Version |
|------------------|-----------------|-------------------|--------------|---------|
| Studienleistung  | 2               | best./nicht best. | Unregelmäßig | 1       |

**Voraussetzungen**

Keine

**T****3.9 Teilleistung: Platzhalter Schlüsselqualifikationen 2 [T-CHEMBIO-106971]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften**Bestandteil von:** [M-CHEMBIO-101818 - Schlüsselqualifikationen](#)

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala        | Turnus       | Version |
|------------------|-----------------|-------------------|--------------|---------|
| Studienleistung  | 2               | best./nicht best. | Unregelmäßig | 1       |

**Voraussetzungen**

Keine

**T****3.10 Teilleistung: Platzhalter Schlüsselqualifikationen 3 [T-CHEMBIO-110978]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften**Bestandteil von:** [M-CHEMBIO-101818 - Schlüsselqualifikationen](#)

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala        | Turnus       | Version |
|------------------|-----------------|-------------------|--------------|---------|
| Studienleistung  | 2               | best./nicht best. | Unregelmäßig | 1       |

**Voraussetzungen**

Keine

**T****3.11 Teilleistung: Platzhalter Schlüsselqualifikationen 4 [T-CHEMBIO-110979]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften**Bestandteil von:** [M-CHEMBIO-101818 - Schlüsselqualifikationen](#)

| Teilleistungsart | Leistungspunkte | Notenskala        | Turnus       | Version |
|------------------|-----------------|-------------------|--------------|---------|
| Studienleistung  | 2               | best./nicht best. | Unregelmäßig | 1       |

**Voraussetzungen**

Keine

T

**3.12 Teilleistung: Radiochemie I (3 LP), Radiochemie II (3 LP), Instrumental  
Analytics (3 LP), Praktikum Radiochemie (17 LP), Schlüsselqualifikationen (3 LP)  
[T-CHEMBIO-111204]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften**Bestandteil von:** [M-CHEMBIO-101793 - Radiochemie für Master-Studierende der Studienvariante A](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 29              | Drittelnoten | 1       |

| Lehrveranstaltungen |      |   |       |   |                           |
|---------------------|------|---|-------|---|---------------------------|
| SS 2021             | 5012 | <a href="#">Radiochemie II</a>                | 2 SWS | Vorlesung (V) /  | Geckeis                   |
| SS 2021             | 5037 | <a href="#">Wahlfachpraktikum Radiochemie</a> | SWS   | Praktikum (P) /  | Geckeis, Vitova,<br>Trumm |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

gem. Modulhandbuch

T

### 3.13 Teilleistung: Rechtskunde für Chemiker und Lebensmittelchemiker [T-CHEMBIO-103499]

**Verantwortung:** Dr. Winfried Golla  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften  
**Bestandteil von:** [M-CHEMBIO-101818 - Schlüsselqualifikationen](#)

**Teilleistungsart**  
Studienleistung schriftlich

**Leistungspunkte**  
2

**Notenskala**  
best./nicht best.

**Version**  
1

| Lehrveranstaltungen |      |  |       |                 |       |
|---------------------|------|--|-------|-----------------|-------|
| WS 21/22            | 5098 | <a href="#">Rechtskunde für Chemiker</a> | 1 SWS | Vorlesung (V) / | Golla |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

#### Voraussetzungen

keine

#### Anmerkungen

Inhalte, Qualifikationsziele, Erfolgskontrolle, Arbeitsaufwand siehe Modulbeschreibung.

T

### 3.14 Teilleistung: Toxikologie für Chemiker und Lebensmittelchemiker [T-CHEMBIO-103646]

**Verantwortung:** Dr. Beate Monika Köberle  
**Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften  
**Bestandteil von:** [M-CHEMBIO-101818 - Schlüsselqualifikationen](#)

**Teilleistungsart**  
Studienleistung

**Leistungspunkte**  
2

**Notenskala**  
best./nicht best.

**Version**  
1

| Lehrveranstaltungen |      |   |       |   |                  |
|---------------------|------|---|-------|---|------------------|
| WS 21/22            | 6619 | <a href="#">Toxikologie für Studierende der Chemie und Lebensmittelchemie</a> | 2 SWS | Vorlesung (V) /  | Köberle, Hartwig |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt

#### Voraussetzungen

keine

T

**3.15 Teilleistung: Vertiefungsvorlesungen Angewandte Chemie (8 LP),  
Arbeitsgruppenseminar (2 LP), Vertiefungspraktikum Angewandte Chemie (16  
LP), Schlüsselqualifikationen (2 LP) [T-CHEMBIO-103495]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften**Bestandteil von:** M-CHEMBIO-101812 - Vertiefungsmodul Angewandte Chemie

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 28              | Drittelnoten | 1       |

| Lehrveranstaltungen |      |  |        |                   |  |
|---------------------|------|--|--------|-------------------|--|
| SS 2021             | 5426 | Chemisch-Technisches<br>Vertiefungspraktikum für den<br>Masterstudiengang Chemie<br>(Studienvarianten A, B, C) | 18 SWS | Praktikum (P) / ● | Grunwaldt,<br>Deutschmann, Suntz,<br>Assistenten         |
| SS 2021             | 5514 | Vertiefungspraktikum<br>'Physikalische Chemie der<br>Polymere'   | 18 SWS | Praktikum (P) / ● | Dingenouts, Wilhelm                                      |
| WS 21/22            | 5426 | Chemisch-Technisches<br>Vertiefungspraktikum für<br>Masterstudiengang Chemie<br>(Studienvarianten A, B, C)     | 18 SWS | Praktikum (P) / ● | Deutschmann,<br>Grunwaldt, Suntz,<br>Casapu, Assistenten |
| WS 21/22            | 5505 | Polymer-Vertiefungspraktikum   | 18 SWS | Praktikum (P) / ● | Wilhelm, Théato,<br>Dingenouts, Mutlu                    |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

gem. Modulhandbuch

T

**3.16 Teilleistung: Vertiefungsvorlesungen Anorganische Chemie (8 LP),  
Arbeitsgruppenseminar (2 LP), Vertiefungspraktikum Anorganische Chemie (16  
LP), Schlüsselqualifikationen (2 LP) [T-CHEMBIO-103492]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften**Bestandteil von:** M-CHEMBIO-101809 - Vertiefungsmodul Anorganische Chemie

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 28              | Drittelnoten | 1       |

| Lehrveranstaltungen |      |  |        |                   |   |
|---------------------|------|--|--------|-------------------|---|
| SS 2021             | 5036 | Vertiefungspraktikum Anorganische Chemie | 16 SWS | Praktikum (P) / ● | Breher, Ehrenberg, Feldmann, Geckels, Powell, Roesky, Ruben |
| WS 21/22            | 5043 | Vertiefungspraktikum Anorganische Chemie | 16 SWS | Praktikum (P)     | Breher, Ehrenberg, Feldmann, Powell, Roesky, Ruben          |

Legende:  Online,  Präsenz/Online gemischt,  Präsenz,  Abgesagt**Voraussetzungen**

gem. Modulhandbuch

T

**3.17 Teilleistung: Vertiefungsvorlesungen Biochemie (8 LP),  
Arbeitsgruppenseminar (2 LP), Vertiefungspraktikum Biochemie (16 LP),  
Schlüsselqualifikationen (2 LP) [T-CHEMBIO-103496]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften**Bestandteil von:** M-CHEMBIO-101813 - Vertiefungsmodul Biochemie**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich**Leistungspunkte**  
28**Notenskala**  
Drittelnoten**Version**  
1

| Lehrveranstaltungen |      |  |        |                   |   |
|---------------------|------|--|--------|-------------------|---|
| SS 2021             | 5120 | Vertiefungspraktikum in Biochemie                      | 16 SWS | Praktikum (P) / ● | Ulrich, Langer                                |
| SS 2021             | 5121 | Seminar zum Vertiefungspraktikum in Biochemie          | 2 SWS  | Seminar (S) / 📖   | Ulrich, Langer                                |
| WS 21/22            | 5119 | Vertiefungspraktikum in Biochemie (Master)             | 16 SWS | Praktikum (P) / ● | Schepers, Niemeyer, Ulrich, Langer, Breitling |
| WS 21/22            | 5120 | Seminar zum Vertiefungspraktikum in Biochemie (Master) | 2 SWS  | Seminar (S) / 📖   | Schepers, Niemeyer, Ulrich, Langer, Breitling |

Legende: 📖 Online, 🔄 Präsenz/Online gemischt, ● Präsenz, ✕ Abgesagt

**Voraussetzungen**

gem. Modulhandbuch

T

**3.18 Teilleistung: Vertiefungsvorlesungen Organische Chemie (8 LP),  
Arbeitsgruppenseminar (2 LP), Vertiefungspraktikum Organische Chemie (16 LP),  
Schlüsselqualifikationen (2 LP) [T-CHEMBIO-103493]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften**Bestandteil von:** M-CHEMBIO-101810 - Vertiefungsmodul Organische Chemie**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich**Leistungspunkte**  
28**Notenskala**  
Drittelnoten**Version**  
1

| Lehrveranstaltungen |      |   |        |                   |   |
|---------------------|------|---|--------|-------------------|---|
| SS 2021             | 5112 | Organisch-chemisches<br>Vertiefungspraktikum              | 16 SWS | Praktikum (P) / ● | Bräse, Luy, Meier,<br>Podlech,<br>Wagenknecht, Bizzarri       |
| SS 2021             | 5113 | Seminar zum organisch-<br>chemischen Vertiefungspraktikum | 2 SWS  | Seminar (S) / 📺   | Bräse, Luy, Meier,<br>Podlech,<br>Wagenknecht, Bizzarri       |
| WS 21/22            | 5115 | Organisch-Chemisches<br>Vertiefungspraktikum              | 16 SWS | Praktikum (P)     | Mitarbeiter, Bräse,<br>Podlech,<br>Wagenknecht, Luy,<br>Meier |
| WS 21/22            | 5116 | Seminar zum Vertiefungspraktikum<br>in Organischer Chemie | 2 SWS  | Seminar (S)       | Bräse, Podlech,<br>Wagenknecht, Luy,<br>Meier                 |

Legende: 📺 Online, 🔄 Präsenz/Online gemischt, ● Präsenz, x Abgesagt

**Voraussetzungen**

gem. Modulhandbuch

T

**3.19 Teilleistung: Vertiefungsvorlesungen Physikalische Chemie (8 LP),  
Arbeitsgruppenseminar (2 LP), Vertiefungspraktikum Physikalische Chemie (16  
LP), Schlüsselqualifikationen (2 LP) [T-CHEMBIO-103494]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften**Bestandteil von:** M-CHEMBIO-101811 - Vertiefungsmodul Physikalische Chemie

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 28              | Drittelnoten | 1       |

| Lehrveranstaltungen |      |   |        |                   |  |
|---------------------|------|---|--------|-------------------|--|
| SS 2021             | 5235 | Physikalisch-Chemisches<br>Vertiefungspraktikum | 16 SWS | Praktikum (P) / ● | Olzmann, Kappes,<br>Unterreiner, Schuster  |
| SS 2021             | 5236 | Seminar zum Vertiefungspraktikum                | 2 SWS  | Seminar (S) / 📖   | Die Dozenten des<br>Instituts              |
| WS 21/22            | 5225 | Physikalisch-chemisches<br>Vertiefungspraktikum | 16 SWS | Praktikum (P) / ● | Unterreiner, Die<br>Dozenten des Instituts |
| WS 21/22            | 5226 | Seminar zum V-Praktikum                         | 16 SWS | Seminar (S)       | Die Dozenten des<br>Instituts              |

Legende: 📖 Online, 🔄 Präsenz/Online gemischt, ● Präsenz, ✕ Abgesagt

**Voraussetzungen**

gem. Modulhandbuch

**T****3.20 Teilleistung: Vertiefungsvorlesungen Radiochemie (8 LP),  
Arbeitsgruppenseminar (2 LP), Vertiefungspraktikum Radiochemie (16 LP),  
Schlüsselqualifikationen (2 LP) [T-CHEMBIO-103498]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften**Bestandteil von:** [M-CHEMBIO-101815 - Vertiefungsmodul Radiochemie](#)

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 28              | Drittelnoten | 1       |

**Voraussetzungen**

gem. Modulhandbuch

T

**3.21 Teilleistung: Vertiefungsvorlesungen Theoretische Chemie (8 LP),  
Arbeitsgruppenseminar (2 LP), Vertiefungspraktikum Theoretische Chemie (16  
LP), Schlüsselqualifikationen (2 LP) [T-CHEMBIO-103497]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften**Bestandteil von:** [M-CHEMBIO-101814 - Vertiefungsmodul Theoretische Chemie](#)**Teilleistungsart**  
Prüfungsleistung mündlich**Leistungspunkte**  
28**Notenskala**  
Drittelnoten**Version**  
1

| Lehrveranstaltungen |      |  |        |                   |  |
|---------------------|------|--|--------|-------------------|--|
| SS 2021             | 5238 | <a href="#">Vertiefungspraktikum Theoretische Chemie</a> | 16 SWS | Praktikum (P) / ● | Elstner, Klopper, Fink                   |
| WS 21/22            | 5228 | <a href="#">Vertiefungspraktikum Theoretische Chemie</a> | 16 SWS | Praktikum (P) / ☼ | Elstner, Fink, Klopper, Höfener, Harding |

Legende: 📺 Online, ☼ Präsenz/Online gemischt, ● Präsenz, x Abgesagt

**Voraussetzungen**

gem. Modulhandbuch

T

**3.22 Teilleistung: Vorlesung Biochemie der Proteine und Lipide (3 LP), Biochemie der Kohlenhydrate und Nucleinsäuren (3 LP), Praktikum Biochemie (20 LP), Schlüsselqualifikationen (3 LP) [T-CHEMBIO-103455]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften**Bestandteil von:** M-CHEMBIO-101792 - Biochemie für Master-Studierende der Studienvariante A

| Teilleistungsart             | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|------------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung schriftlich | 29              | Drittelnoten | 1       |

| Lehrveranstaltungen |      |  |        |                   |                                      |
|---------------------|------|--|--------|-------------------|--------------------------------------|
| SS 2021             | 5117 | Biochemie der Kohlenhydrate und Nucleinsäuren                  | 2 SWS  | Vorlesung (V) / 📺 | Ulrich                               |
| SS 2021             | 5118 | Wahlpflichtpraktikum in Biochemie (für Studierende der Chemie) | 10 SWS | Praktikum (P) / 🎤 | Walther, Ulrich, Langer, Assistenten |
| WS 21/22            | 5104 | Biochemie der Proteine und Lipide                              | 2 SWS  | Vorlesung (V) / 🔄 | Ulrich                               |

Legende: 📺 Online, 🔄 Präsenz/Online gemischt, 🎤 Präsenz, ✕ Abgesagt

**Voraussetzungen**

gem. Modulhandbuch

T

**3.23 Teilleistung: Wahlpflichtvorlesungen (Schwerpunkt Chemische Technik (14 LP) oder Schwerpunkt Polymerchemie (11 LP)); Praktikum (Chemische Technik (12 LP) oder Polymerchemie (15 LP)); Schlüsselqualifikationen (3 LP) [T-CHEMBIO-103451]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften**Bestandteil von:** M-CHEMBIO-101789 - Angewandte Chemie für Master-Studierende der Studienvarianten A und C

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 29              | Drittelnoten | 1       |

| Lehrveranstaltungen |      |  |        |                   |  |
|---------------------|------|--|--------|-------------------|--|
| SS 2021             | 5403 | Chemische Technik III: Grundoperationen und Verfahrensentwicklung                        | 2 SWS  | Vorlesung (V) / 📺 | Deutschmann, Grunwaldt, Hettel                     |
| SS 2021             | 5421 | Chemisch-Technisches Grundpraktikum für Chemiker Masterstudiengang C (Modul AWC-F)       | 10 SWS | Praktikum (P) / 🎤 | Grunwaldt, Deutschmann, Suntz, Assistenten         |
| SS 2021             | 5501 | Chemie und Physik der Makromoleküle II   | 2 SWS  | Vorlesung (V) / 📺 | Wilhelm  |
| SS 2021             | 5512 | Polymer-Grundpraktikum Master Chemie, Studiengang A/C                                    | 12 SWS | Praktikum (P) / 🎤 | Dingenouts, Wilhelm, Théato, Voll                  |
| SS 2021             | 5513 | Seminar zum Polymer-Grundpraktikum   | 2 SWS  | Seminar (S) / 📺   | Dingenouts, Wilhelm, Théato, Voll                  |
| WS 21/22            | 5403 | Chemische Technik I: Reaktionstechnik  | 2 SWS  | Vorlesung (V) / 🎤 | Deutschmann  |
| WS 21/22            | 5404 | Übungen zu den Vorlesungen Chemische Technik I und II: Reaktionstechnik und Katalyse     | 2 SWS  | Übung (Ü) / 🎤     | Deutschmann, Grunwaldt, Hettel, Assistenten        |
| WS 21/22            | 5410 | Chemische Technik II: Katalyse   | 2 SWS  | Vorlesung (V) / 🎤 | Grunwaldt  |
| WS 21/22            | 5420 | Chemisch-Technisches Grundpraktikum für Chemiker Masterstudiengang A mit Wahlfach AWC    | 10 SWS | Praktikum (P) / 🎤 | Deutschmann, Grunwaldt, Suntz, Casapu, Assistenten |
| WS 21/22            | 5424 | Seminar zum Chemisch-Technischen Grundpraktikum für Chemiker im Masterstudiengang Chemie | 2 SWS  | Seminar (S) / 🎤   | Suntz, Deutschmann, Grunwaldt, Assistenten         |
| WS 21/22            | 5501 | Chemie und Physik der Makromoleküle I  | 2 SWS  | Vorlesung (V) / 🎤 | Wilhelm, Dingenouts                                |
| WS 21/22            | 5503 | Polymer-Grundpraktikum für Master Studiengang A/C  | 13 SWS | Praktikum (P) / 🎤 | Dingenouts, Théato, Wilhelm, Voll                  |
| WS 21/22            | 5504 | Seminar zum Polymer-Grundpraktikum   | 2 SWS  | Seminar (S) / 🎤   | Dingenouts, Wilhelm, Théato, Voll                  |

Legende: 📺 Online, 🎤 Präsenz/Online gemischt, 🎤 Präsenz, x Abgesagt

**Voraussetzungen**  
gem. Modulhandbuch

T

**3.24 Teilleistung: Wahlpflichtvorlesungen (Schwerpunkt Physik (17 LP) oder Schwerpunkt Theoretische Chemie (12 LP)); Praktikum (Schwerpunkt Physik (11 LP) oder Schwerpunkt Theoretische Chemie (16 LP)); Programmierkurs (6 LP); Schlüsselqualifikationen (3 LP) [T-CHEMBIO-103471]****Einrichtung:** KIT-Fakultät für Chemie und Biowissenschaften**Bestandteil von:** M-CHEMBIO-101798 - Physikalische Chemie für Master-Studierende der Studienvariante B

| Teilleistungsart          | Leistungspunkte | Notenskala   | Version |
|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| Prüfungsleistung mündlich | 37              | Drittelnoten | 1       |

| Lehrveranstaltungen |      |   |        |                 |                                       |
|---------------------|------|---|--------|-----------------|---------------------------------------|
| SS 2021             | 5211 | Reaktionskinetik  | 2 SWS  | Vorlesung (V) / | Schuster                              |
| SS 2021             | 5212 | Übungen zur Vorlesung Reaktionskinetik                                    | 1 SWS  | Übung (Ü) /     | Schuster, Assistenten                 |
| SS 2021             | 5213 | Elektrochemie   | 2 SWS  | Vorlesung (V) / | Passerini, Bresser                    |
| SS 2021             | 5214 | Übungen zur Vorlesung Elektrochemie                                       | 1 SWS  | Übung (Ü) /     | Passerini, Bresser, Assistenten       |
| SS 2021             | 5237 | Praktikum Theoretische Chemie   | 10 SWS | Praktikum (P) / | Klopper, Fink                         |
| SS 2021             | 5248 | Quantenmechanik für die Chemie  | 2 SWS  | Vorlesung (V) / | Fink                                  |
| SS 2021             | 5249 | Angewandte Quantenchemie  | 2 SWS  | Vorlesung (V) / | Fink, Klopper, Bihlmeier              |
| SS 2021             | 5251 | Übungen zur Vorlesung Quantenmechanik für die Chemie                      | 1 SWS  | Übung (Ü) /     | Fink, Assistenten                     |
| SS 2021             | 5255 | Moleküldynamik-Simulationen   | 2 SWS  | Vorlesung (V) / | Kubar, Elstner                        |
| SS 2021             | 5259 | Übungen zur Vorlesung Moleküldynamik-Simulationen                         | 1 SWS  | Übung (Ü) /     | Kubar, Elstner, Assistenten           |
| SS 2021             | 5260 | Übungen zur Vorlesung Angewandte Quantenchemie                            | 2 SWS  | Übung (Ü) /     | Fink, Klopper, Bihlmeier, Assistenten |
| SS 2021             | 5269 | Übung zur Vorlesung Physikalische Chemie der Festkörper                   | 1 SWS  | Übung (Ü) /     | Nattland                              |
| WS 21/22            | 5213 | Molekülspektroskopie  | 2 SWS  | Vorlesung (V) / | Unterreiner, Schooss                  |
| WS 21/22            | 5214 | Übungen zur Vorlesung Molekülspektroskopie                                | 1 SWS  | Übung (Ü) /     | Unterreiner, Schooss                  |
| WS 21/22            | 5216 | Theorie der chemischen Bindung  | 2 SWS  | Vorlesung (V) / | Klopper                               |
| WS 21/22            | 5218 | Übungen zur Vorlesung Theorie der chemischen Bindung                      | 1 SWS  | Übung (Ü) /     | Klopper, Assistenten                  |
| WS 21/22            | 5227 | Praktikum Theoretische Chemie   | 10 SWS | Praktikum (P) / | Fink, Höfener, Harding, Klopper       |
| WS 21/22            | 5252 | Numerische Methoden in der Chemie (Programmierkurs)                       | 1 SWS  | Vorlesung (V) / | Harding                               |
| WS 21/22            | 5253 | Übungen zur Vorlesung Numerische Methoden in der Chemie (Programmierkurs) | 2 SWS  | Übung (Ü) /     | Harding                               |

Legende: Online, Präsenz/Online gemischt, Präsenz, Abgesagt

**Voraussetzungen**  
gem. Modulhandbuch